

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»



## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση της μονοποδικής και διποδικής πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα, τη δύναμη και τη ταχύτητα σε αθλητές ποδοσφαίρου προεφηβικής ηλικίας**

Δρούζας Βασίλειος

Μεταπτυχιακός φοιτητής

### ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μπογδάνης Γρηγόριος, Επιβλέπων καθηγητής

Ζαφειρίδης Ανδρέας, Μέλος τριμελούς επιτροπής

Τζιαμούρτας Αθανάσιος, Μέλος τριμελούς επιτροπής

**Λάρισα, 2018**

## ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΑΣΚΗΣΗ, ΕΡΓΟΣΠΙΡΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ»



---

### **Effect of unilateral and bilateral plyometric training on jumping ability, strength and speed in preadolescent soccer athletes**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>6</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>7</b>
<b>ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>	<b>8</b>
<b>Προπόνηση μυϊκής δύναμης και ισχύος .....</b>	<b>8</b>
Περιοδικότητα προπόνησης μυϊκής δύναμης και ισχύος .....	8
Μονοποδική προπόνηση δύναμης και ισχύος .....	9
<b>Πλειομετρική προπόνηση .....</b>	<b>10</b>
Γενικές αρχές σχεδιασμού πλειομετρικής προπόνησης .....	10
Πλειομετρική προπόνηση στο ποδόσφαιρο.....	11
<b>Προσαρμογές στην προπόνηση δύναμης και ισχύος σε παιδιά .....</b>	<b>12</b>
Νευρομυϊκή απόδοση στα παιδιά .....	12
Επίδραση της σκελετικής ωρίμανσης στο νευρομυϊκό σύστημα των παιδιών .....	13
<b>Πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά.....</b>	<b>14</b>
Κύκλος «διάτασης-βράχυνσης» στα παιδιά .....	15
Οδηγίες σχεδιασμού πλειομετρικής προπόνησης στα παιδιά .....	15
Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην οστική πυκνότητα των παιδιών .....	16
Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά στη δύναμη και στην ισχύ.....	17
Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά στη ταχύτητα και στην ευκινησία.....	17
<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>19</b>
<b>Συμμετέχοντες.....</b>	<b>19</b>
<b>Πειραματικός σχεδιασμός .....</b>	<b>20</b>
<b>Διαδικασία και όργανα μέτρησης.....</b>	<b>28</b>
Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά .....	28
Αλτική ικανότητα – Λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης κάτω άκρων.....	29
Μέγιστη ισομετρική δύναμη .....	30
Ισορροπία .....	30
Ταχύτητα.....	31
<b>Στατιστική ανάλυση.....</b>	<b>31</b>
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>32</b>
<b>Ισορροπία – Λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης κάτω άκρων .....</b>	<b>32</b>
<b>Αλτική ικανότητα – Οριζόντια άλματα .....</b>	<b>34</b>
<b>Αλτική ικανότητα – Κάθετα άλματα .....</b>	<b>38</b>
<b>Ταχύτητα .....</b>	<b>43</b>
<b>Μέγιστη ισομετρική δύναμη .....</b>	<b>45</b>
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>50</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>54</b>

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της διατριβής μου θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους οι οποίοι συνέβαλαν στην διεκπεραίωσή της.

Κατά κύριο λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον κ. Μπογδάνη για την υπομονή που έδειξε στα λάθη μου και τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μου παρείχε μέχρι την ολοκλήρωση της εργασίας.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, τον κ. Ζαφειρίδη και τον κ. Τζιαμούρτα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Λαζάρου και κ. Δουρδούμα που συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα, για την υπομονή και την κατανόηση που έδειξαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, καθώς και όλους τους νεαρούς αθλητές για την συμμετοχή τους.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν να συγκριθεί η επίδραση της μονοποδικής και της διποδικής πλειομετρικής προπόνηση στην αλτικότητα, στην ταχύτητα, στη δύναμη, στην ισορροπία και στην λειτουργική ικανότητα κάτω άκρων σε αθλητές ποδοσφαίρου προεφηβικής ηλικίας. Εξηνταοκτώ νεαροί αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες παρέμβασης που ακολούθησαν μονοποδική (ηλικία=9,94 ± 1,80, n=23) ή διποδική πλειομετρική προπόνηση (ηλικία=9,95 ± 1,47, n=23), και σε μια ομάδα ελέγχου (ηλικία=10,15 ± 1,62, n=22). Η λειτουργική ικανότητα αξιολογήθηκε μέσω μετρήσεων ισορροπίας (κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο πόδι), ταχύτητας – συντονισμού με πλάγια άλματα (jumping sideways- με δύο πόδια/ side hop- κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο πόδι) και του αλματικού τεστ ταχύτητας και επιδεξιότητας σε διαδρομή σχήματος 8 με το κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο πόδι (figure of 8). Η αλτικότητα αξιολογήθηκε μέσω του απλού οριζόντιου και του τριπλού οριζόντιου άλματος (με δύο πόδια και με ένα πόδι: κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο), μέσω του κατακόρυφου άλματος με προδιάταση (CMJ) και του άλματος από ημικάθισμα (SJ) (με δύο πόδια και με ένα πόδι: κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο). Υπολογίστηκε επίσης και το διποδικό έλλειμμα (bilateral deficit) στο του CMJ και στο SJ. Η ταχύτητα και η ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης εξετάστηκαν μέσω των τεστ ταχύτητας 5μ., 10μ., 20μ., και με αλλαγές κατεύθυνσης (T-test) (κατεύθυνση προς το κυρίαρχο και το μη-κυρίαρχο πόδι). Τέλος, αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη των τετρακεφάλων και των οπισθίων μηριαίων, στο κυρίαρχο και μη-κυρίαρχο πόδι. Η προπονητική παρέμβαση διήρκεσε 10 εβδομάδες, με 2 προπονητικές μονάδες και προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης με κυματοειδή περιοδικισμό ανά εβδομάδα (60, 80, 100, 80, 0, 80, 100, 120, 100, 0 επαφές ποδιών ανά προπονητική μονάδα). Μετά το τέλος της παρέμβασης, οι παρακάτω ικανότητες βελτιώθηκαν στον ίδιο βαθμό και στις τρεις ομάδες: η ισορροπία (9,9-19,8%), το τεστ side hop (11-24%), το τεστ figure of 8 (7,7-12,2%), το οριζόντιο άλμα με δύο πόδια (2,1-6%), το τριπλό οριζόντιο άλμα με ένα πόδι (3,5-11,4%), η ταχύτητα 20μ. (0,2-1,7%), το T-test (1,0-2,2%) και η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου (14,6-26,9%). Το jumping sideways (11,3-13,7%), το CMJ με δύο πόδια (4,6-4,7%) και το SJ με δύο πόδια (7,8-8,7%) βελτιώθηκαν μόνο στις δύο ομάδες πλειομετρικής προπόνησης, ενώ δεν άλλαξαν στην ομάδα ελέγχου. Η επίδραση της μονοποδικής προπόνησης ήταν μεγαλύτερη από αυτή της διποδικής προπόνησης στις εξής δοκιμασίες: οριζόντιο άλμα με ένα πόδι (18,4-22,4%), CMJ με ένα πόδι (8,8-16,7%), SJ με ένα πόδι (8,7-12%), ταχύτητα 5μ. (6,7%) και μέγιστη ισομετρική δύναμη των οπισθίων μηριαίων (16,3-18,5%). Μόνο το τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια βελτιώθηκε περισσότερο με τη διποδική προπόνηση (9,8%). Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η πλειομετρική προπόνηση, είτε εκτελεστεί διποδικά είτε μονοποδικά, βελτιώνει στην αλτικότητα. Όμως, η μονοποδική προπόνηση φαίνεται να έχει μεγαλύτερη επίδραση σε πολλές παραμέτρους ταχύτητας, δύναμης και αλτικότητας σε νεαρούς ποδοσφαιριστές.

**Λέξεις κλειδιά:** πλειομετρική προπόνηση, αλτικότητα, δύναμη, ταχύτητα, παιδιά

## ABSTRACT

The aim of the study was to compare the effect of unilateral and bilateral plyometric training on jumping ability, speed, strength, balance, balance and functional ability of lower limbs in preadolescent soccer players. Sixty-eight preadolescent soccer players were divided into two intervention groups that followed unilateral plyometric training (age=9,94  $\pm$  1,80, n=23) or bilateral plyometric training (age=9,95  $\pm$  1,47, n=23, and control group (age=10,15  $\pm$  1,62, n=22). Functional ability was measured from balance tests (dominant and non-dominant leg), jumping sideways test (bilateral), side hop test (dominant and non-dominant leg) and figure of 8 test (dominant and non-dominant leg). Jumping ability was measured from single leg hop and triple leg hop (bilateral and unilateral: dominant and non-dominant leg), counter movement jump (CMJ) and squat jump (SJ) (bilateral and unilateral: dominant and non-dominant leg). Also, bilateral deficit in CMJ and SJ was measured. Speed and the ability of changing direction were measured from 5m, 10m, 20m and T-test (direction to dominant and no-dominant legs). Finally, maximum isometric strength of quadriceps and hamstrings in dominant and no-dominant legs. The plyometric training program was applied during 10 weeks, 2 sessions per week with progressive increase of loading with corrugated periodization (60, 80, 100, 80, 0, 80, 100, 120, 100, 0 foot contacts per session). After the intervention, balance (9,9-19,8%), side hop test (11-24%), figure of 8 test (7,7-12,2%), bilateral broad jump (2,1-6%), triple hop test (3,5-11,4%), 20m. speed (0,2-1,7%), T-test (1,0-2,2%) and maximum isometric strength of quadriceps (14,6-26,9%) were increased in the same level in all groups. The jumping sideways test (11,3-13,7%), bilateral CMJ (4,6-4,7%) and bilateral SJ (7,8-8,7%) were improved in two plyometric training groups only, without change in control group. The effect of unilateral training was larger from bipodal training in: unilateral single leg hop (18,4-22,4%), unilateral CMJ (8,8-16,7%), unilateral SJ (8,7-12%), 5m speed (6,7%) and maximum isometric strength of hamstrings (16,3-18,5%). Just the bilateral triple hop test was improved more with bilateral training (9,8%). In conclusion, the results show that plyometric training, either executed bilateral or unilateral, improves the jumping ability. Nevertheless, unilateral training seems to have larger effect on speed, strength and jumping ability in youth football players.

**Key word:** *plyometric training, jumping ability, strength, speed, children*

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πλειομετρική προπόνηση είναι ένας τύπος προπόνησης που βελτιώνει την ισχύ και την ευκινησία καθώς περιλαμβάνει ασκήσεις όπου παράγεται μεγάλη μυϊκή δύναμη σε μικρή χρονική διάρκεια. Μπορεί να θεωρηθεί ως μια μέθοδος που συνδέει τη δύναμη και τη ταχύτητα και παίζει σημαντικό ρόλο σε έναν προπονητικό προγραμματισμό. Έχει αποδειχθεί ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτιώνει τη μέγιστη δύναμη και ισχύ των κάτω άκρων καθώς και την ευκινησία, ειδικά όταν συνδυάζεται με προπόνηση ταχύτητας (1)

Στους ενήλικες να είναι ευρέως αποδεκτό πως η πλειομετρική προπόνηση έχει θετική επίδραση στη δύναμη και στην ισχύ και αποτελεί ένα βασικό στοιχείο της προπόνησης φυσικής κατάστασης και γενικής ενδυνάμωσης. Δεν υπάρχουν όμως αρκετές μελέτες για την επίδρασή της σε νεαρούς αθλητές. Η πλειομετρική προπόνηση εμπεριέχει κινήσεις όμοιες με αυτές που παρατηρούνται στις δραστηριότητες των παιδιών όταν παίζουν, χωρίς να απαιτείται υψηλό επίπεδο δύναμης κατά την εκτέλεσή τους. Παρ' όλα αυτά δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης στα παιδιά. Στο ποδόσφαιρο παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός παιδιών που αθλούνται οργανωμένα και συστηματικά, οπότε οι νεαροί ποδοσφαιριστές θα ήταν ένα χρήσιμο δείγμα για την αξιολόγηση της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης. Έρευνες από άλλα αθλήματα έδειξαν ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει την αθλητική απόδοση αν συνδυαστεί με προπόνηση αντιστάσεων ή με την εκάστοτε ειδική προπόνηση κάθε αθλήματος (2).

Το ποδόσφαιρο αποτελεί ένα άθλημα που χαρακτηρίζεται κυρίως από αλλαγές κατευθύνσεων και μονοποδικές κινήσεις. Αυτό οδηγεί τους ειδικούς της άσκησης να σχεδιάσουν προγράμματα άσκησης με κυρίαρχο στοιχείο εκρηκτικές ενέργειες που εξυπηρετούν τη μονοποδική φύση του αθλήματος (3). Η μονοποδική προπόνηση είναι ένα σημαντικό στοιχείο ενός προγράμματος ενδυνάμωσης στο ποδόσφαιρο καθώς έχει υψηλό επίπεδο επιβάρυνσης και αυξάνει τις μυϊκές προσαρμογές των αθλητών σε σχέση με τη διποδική προπόνηση (4). Σύμφωνα με το φαινόμενο του «διμερές ελλείματος» (bilateral deficit – BLD) που αναφέρεται στο άθροισμα των μονοποδικών ασκήσεων, η μονοποδική πλειομετρική προπόνηση πιθανόν προκαλεί μεγαλύτερες προσαρμογές στη δύναμη και στην ισχύ από την διποδική προπόνηση (4). Σε νεαρούς ποδοσφαιριστές λοιπόν είναι άγνωστο αν ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε συνδυασμό με την προπόνηση ποδοσφαίρου αλλά και σε σύγκριση με αυτήν μπορεί να βελτιώσει την αλτικότητα, τη ταχύτητα ή και την δύναμη. Έτσι, η μελέτη αυτή έχει σκοπό να ερευνήσει την επίδραση ενός πρωτοκόλλου μονοποδικής και ενός πρωτοκόλλου διποδικής πλειομετρικής προπόνησης που γίνεται παράλληλα με προπόνηση ποδοσφαίρου, στη δύναμη, την ισχύ, την ταχύτητα και την ευκινησία αγοριών 7-12 ετών.

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### Προπόνηση μυϊκής δύναμης και ισχύος

Ο στόχος ενός προπονητικού προγράμματος είναι η ανάπτυξη των φυσικών και τεχνικών ικανοτήτων των αθλητών. Πιο συγκεκριμένα σε αθλητές ομαδικών αθλημάτων, όπου η αγωνιστική τους απόδοση σχετίζεται με ενέργειες ταχύτητας και ισχύος, είναι σημαντική η ανάπτυξη των φυσικών ικανοτήτων που σχετίζονται με αυτές τις παραμέτρους απόδοσης. Έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη προπονητική διαδικασία διάφορες μέθοδοι με στόχο τη βελτίωση της αλτικότητας και της ταχύτητας, όπως η προπόνηση με αντιστάσεις και η πλειομετρική προπόνηση (5).

Η προπόνηση δύναμης είναι ένα βασικό στοιχείο για τη βελτίωση της απόδοσης σε οποιοδήποτε άθλημα και αναφέρεται σε άσκηση με αντιστάσεις οι οποίες αποσκοπούν στην αύξηση της μυϊκής μάζας και την μυϊκή ενεργοποίησης, χρησιμοποιώντας είτε ισομετρικές είτε δυναμικές ασκήσεις (6). Επίσης, η προπόνηση ισχύος αναφέρεται στην παραγωγή μεγάλης δύναμης σε μικρή χρονική περίοδο, και μπορεί να γίνει επίσης με δυναμικές ή ισομετρικές ασκήσεις. Πολλές φορές όμως, τα δύο αυτά είδη προπόνησης αναφέρονται μαζί, καθώς η βελτίωση τους ενός συνήθως συνδέεται με τη βελτίωση του άλλου (7).

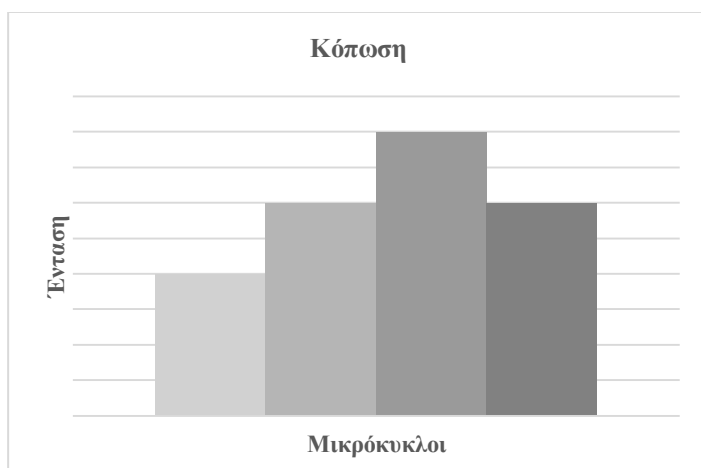
Η ικανότητα ενός μυ να παράγει δύναμη και ισχύ επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τύπος της μυϊκής σύσπασης, η μυϊκή μάζα (εγκάρσια διατομή του μυός), ο τύπος των μυϊκών ινών και η νευρική ενεργοποίηση του μυός. Η υπερτροφία του μυ επιτυγχάνεται συνήθως μετά από προπόνησης δύναμης και ισχύος, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις όπου η υπερτροφία δεν είναι τόσο έντονη όσο οι νευρομυϊκές προσαρμογές, οι οποίες είναι σημαντικές για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης ικανότητας του μυ, ιδιαίτερα στην αρχική περίοδο προπόνησης (8). Έτσι, η προπόνηση δύναμης και ισχύος επιφέρει αρχικά μεγαλύτερες νευρικές προσαρμογές, που περιλαμβάνουν την ταχύτερη ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων και το μεσομυϊκό συντονισμό, και για αυτόν το λόγο, η πλειομετρική προπόνηση θεωρείται ένας τύπος προπόνησης μυϊκής ισχύος και επιφέρει κυρίως νευρικές προσαρμογές που συνδέονται με τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης (9).

### Περιοδικότητα προπόνησης μυϊκής δύναμης και ισχύος

Η περιοδικότητα ενός προγράμματος άσκησης ορίζεται ως η στρατηγική της οργάνωσης των προπονητικών μονάδων κατά τη διάρκεια εκτέλεσής του. Θα πρέπει να προσαρμόζεται κυρίως στο επίπεδο του αθλητή και στο χρονικό σημείο βρίσκεται σύμφωνα με την αγωνιστική περίοδο. Σύμφωνα με την αρχή «ερέθισμα-κόπωση-αποκατάσταση», η συσσώρευση της κόπωσης ενός αθλητή εξαρτάται από την ένταση και την διάρκεια τόσο του ερεθίσματος όσο και της αποκατάστασης. Το φαινόμενο του υπερσυμψηφισμού είναι η αύξηση της απόδοσης που παρατηρείται μετά από μια σωστά δομημένη περίοδο αποκατάστασης που απαιτείται μετά από ένα ερέθισμα. Αν η περίοδος της



αποκατάστασης δεν δομηθεί σωστά μπορεί να εμφανιστεί το φαινόμενο της υπερφόρτωσης-υπερπροπόνησης. Έχουν αναφερθεί δύο διαφορετικοί τύποι περιοδικότητας, με μια περίοδο-μικρόκυκλο αποκατάστασης μετά από δύο ή τρεις μικρόκυκλους ερεθίσματος (βλέπε Γράφημα 1.) (10).



Γράφημα 1. Παράδειγμα περιοδικότητας 3:1 (μικρόκυκλος αποκατάστασης μετά από 3 εβδομάδες ερεθίσματος)

### Μονοποδική προπόνηση δύναμης και ισχύος

Μονοποδική προπόνηση μπορεί να οριστεί οποιοδήποτε είδος προπόνησης (δύναμης, αλτικότητας, ισορροπίας, κλπ.) που έχει ως στόχο τη βελτίωση της απόδοσης σε ένα από τα δύο άκρα. Τα χαρακτηριστικά της προπονητικής μεθόδου, το επίπεδο φυσικής κατάστασης των συμμετεχόντων και η μυϊκή ομάδα που αξιολογείται είναι οι πιο σημαντικές παράμετροι για το επίπεδο των προσαρμογών που προκαλεί η μονοποδική προπόνηση (11).

Η προπόνηση δύναμης και ισχύος είναι ένα σημαντικό στοιχείο της φυσικής δραστηριότητας. Ένα φαινόμενο που εμφανίζεται όταν η προπόνηση δύναμης και ισχύος εφαρμόζεται στο ένα από τα δύο άκρα και όχι και στα δύο ταυτόχρονα είναι το «διμερές έλλειμμα» (bilateral deficit), κατά το οποίο η μέγιστη δύναμη σε κίνηση που εκτελείται με τα δύο άκρα ταυτόχρονα είναι μικρότερη από το άθροισμα των μέγιστων δυνάμεων που ασκούνται από τα δύο άκρα ξεχωριστά. Είναι πιθανό το φαινόμενο αυτό να συμβαίνει πιο συχνά σε σύνθετες πολυαρθρικές κινήσεις καθώς απαιτούν μεγαλύτερη νευρική ενεργοποίηση από ότι οι απλές κινήσεις, κάτι που φαίνεται να σχετίζεται με το BLD (4).

Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι το BLD μειώνεται με την διποδική προπόνηση και αυξάνεται με τη μονοποδική προπόνηση. Αυτή η ιδιαιτερότητα θα πρέπει να υπολογιστεί από τους προπονητές αθλημάτων που οι μονοποδικές κινήσεις κυριαρχούν, όπως η ποδηλασία, το τρέξιμο και

τα άλματα. Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν και στη καθημερινότητα καθώς πολλές είναι μονοποδικές, όπως για παράδειγμα το ανέβασμα σκαλιών (4).

### Πλειομετρική προπόνηση

Η πλειομετρική προπόνηση είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι σε ένα πρόγραμμα δύναμης και γενικότερα σε προγράμματα ανάπτυξης φυσικής κατάστασης. Αρκετοί ειδικοί της άσκησης χρησιμοποιούν τη πλειομετρική προπόνηση με στόχο τη πρόληψη και την αποκατάσταση τραυματισμών στα τελευταία στάδια, τη βελτίωση της δύναμης αθλητών και γενικότερα την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης. Επιπλέον, μπορεί να ενσωματωθεί σε ένα γενικότερο προπονητικό πλάνο με στόχο όλα τα παραπάνω αποτελέσματα (12).

Διάφορα αθλήματα χρησιμοποιούν τις πλειομετρικές ασκήσεις ως μέρος της λειτουργικής προπόνησης στον προγραμματισμό τους. Η πλειομετρική άσκηση στηρίζεται στο κύκλο διάτασης-βράχυνσης (SSC stretch-shortening cycle), που αποτελείται από κινήσεις διάτασης των μυών (έκκεντρη φάση) που γρήγορα ακολουθούνται από κινήσεις βράχυνσης των μυών (σύγκεντρη φάση) (12). Η έκκεντρη συστολή θεωρείται ως προπαρασκευαστική φάση και πολλοί ερευνητές αναφέρουν πως ενισχύει τη σύγκεντρη μυϊκή συστολή. Η ποσότητα της ενέργειας που παράγεται κατά τη διάρκεια της έκκεντρης φάσης εξαρτάται από τρεις μεταβλητές: i) το εύρος της διάτασης, ii) την ένταση της διάτασης και iii) τη διάρκεια της διάτασης (13). Η φάση απόσβεσης θεωρείται η ενδιάμεση φάση από την ολοκλήρωση της έκκεντρης φάσης και την εμφάνιση της σύγκεντρης φάσης. Αυτή η φάση είναι το κλειδί για τη βελτίωση της απόδοσης μέσω της πλειομετρικής προπόνησης, γιατί όσο συντομότερη είναι τόσο πιο αποτελεσματική είναι, λόγω της άμεσης χρήσης της αποθηκευμένης ενέργειας, ενώ αν είναι καθυστερημένη, η αποθηκευμένη ενέργεια χάνεται ως θερμότητα και δεν έχει επίδραση στη απόδοση (14).

Τέλος, η σύγκεντρη συστολή μπορεί να αναφερθεί ως η φάση που παράγεται θετικό έργο και μπορεί να μετρηθεί και να αξιολογηθεί ως επίδοση (π.χ. ύψος άλματος) του αθλητή (15).

### Γενικές αρχές σχεδιασμού πλειομετρικής προπόνησης

Για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης απαιτείται να ακολουθούνται κάποιες γενικές αρχές οι οποίες αφορούν την ηλικία του ασκούμενου, το ιατρικό του ιστορικό, το είδος του τραυματισμού αν υπάρχει, τη μέθοδο προθέρμανσης και τη εξοικείωσή του ασκούμενου με τη προπόνηση δύναμης. Επίσης, το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης θα πρέπει να ακολουθεί την αρχή της προοδευτικότητας για την αποφυγή της υπερφόρτωσης μέσω του ορισμού της δοσολογίας των επαναλήψεων, των σετ, κλπ. (12).

Η ποιότητα της εκτέλεσης των πλειομετρικών ασκήσεων είναι πιο σημαντική από τον όγκο της επιβάρυνσης τους, ενώ για την επιστράτευση των μυϊκών ινών ταχείας συστολής, η ένταση της εκτέλεσης των πλειομετρικών ασκήσεων πρέπει να φτάνει το 80-100% μιας μέγιστης σύσπασης. Αν

κατά τη διάρκεια της πλειομετρικής προπόνησης η ποιότητα της κίνησης μειωθεί, τότε πιθανότατα ο αθλητής βρίσκεται σε κόπωση, και θα πρέπει να σταματήσει η προπόνηση ή να αυξηθεί ο χρόνος του διαλείμματος, ώστε αυτή να είναι αποτελεσματική. Επιπροσθέτως, δεν υπάρχουν αποδείξεις σχετικά με τον ιδανικό χρόνο αποκατάστασης μεταξύ προπονητικών μονάδων πλειομετρικής προπόνησης υψηλής έντασης, αλλά αρκετοί συγγραφείς προτείνουν 48-72 ώρες μεταξύ τους (12).

Για τη δημιουργία ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης υπάρχουν διάφοροι κανόνες που θα πρέπει να λάβει υπόψιν ένας ειδικός της άσκησης. Όπως και άλλα προπονητικά προγράμματα, έτσι και η πλειομετρική προπόνηση προτείνεται δύο ή τρεις φορές την εβδομάδα σε αθλητές, όταν τα επίπεδα κόπωσης είναι χαμηλά. Η πλειομετρική προπόνηση, δεν θα πρέπει να εκτελείται μετά από εξαντλητική προπόνηση αντιστάσεων ή προπόνηση αντοχής. Επιπλέον, το διάλειμμα ανάμεσα στα σετ και τις επαναλήψεις είναι πολύ σημαντικό για να διατηρηθούν τα στοιχεία της ταχύτητας και της ισχύος και να μην μετατραπεί σε προπόνηση αντοχής. Έτσι, χρησιμοποιείται ως γενικός κανόνας διάλειμμα 5 έως 10 φορές του χρόνου εργασίας. Ένας ακόμα χρήσιμος κανόνας είναι πως δεν θα πρέπει κάθε σετ να ξεπερνά τις 10 επαναλήψεις για τη διατήρηση της εκρηκτικότητας (16).

Η ποσότητα στη πλειομετρική προπόνηση υπολογίζεται από τον αριθμό των επαφών των ποδιών σε μια ολόκληρη προπονητική μονάδα. Αρχάριοι ασκούμενοι θα πρέπει να ξεκινούν με 80-100 επαφές ποδιών ανά προπόνηση, ενώ παιδιά και ηλικιωμένοι θα πρέπει να ξεκινούν με τις μισές επαναλήψεις. Η ένταση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από το είδος των πλειομετρικών ασκήσεων. Τα είδη των πλειομετρικών ασκήσεων χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την ένταση: από άλματα χαμηλότερης έντασης σε συγκεκριμένο χώρο έως και άλματα βάθους που έχουν την υψηλότερη ένταση. (16).

1. Άλματα σε συγκεκριμένο χώρο
2. Επιτόπια άλματα
3. Αναπηδήσεις
4. Άλματα από κουτί
5. Άλματα βάθους

### Πλειομετρική προπόνηση στο ποδόσφαιρο

Κατά τη διάρκεια αθλητικών δραστηριοτήτων οι γρήγορες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις βασίζονται στη παραγωγή μέγιστης δύναμης στη μικρότερη χρονική διάρκεια (ισχύς) και έτσι αυξάνουν τη ταχύτητα και τη δύναμη των κάτω άκρων. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα πλειομετρικής συστολής στα κάτω άκρα κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων όπως το τρέξιμο, τα άλματα και το σουτ. Σε κάθε επαφή ποδιού σε καθημερινές δραστηριότητες, όπως στο σπίτι, στη δουλειά και στον ελεύθερο χρόνο, υπάρχει η έκκεντρη σύσπαση που ακολουθείται από τη σύγκεντρη

σύσπαση όπως επίσης και σε αθλητικές κινήσεις, όπως τα άλματα και αλλαγές κατεύθυνσης που παρατηρούνται σε όλα σχεδόν τα αθλήματα (12).

Στο ποδόσφαιρο, το βασικό κινητικό πρότυπο του αθλήματος απαιτεί υψηλά επίπεδα ευκινησίας όπου χαρακτηρίζεται από τη γρήγορη ανάπτυξη της δύναμης και μεγάλη ισχύ, όπως και την ικανότητα αποτελεσματικής αξιοποίησης του κύκλου διάτασης – βράχυνσης (17). Αν και υπάρχουν έρευνες που δείχνουν πως δεν παρατηρούνται διαφορές στην εκρηκτική δύναμη μεταξύ αθλητών υψηλού επιπέδου και ερασιτεχνών αθλητών ποδοσφαίρου (18), υπάρχουν αρκετές έρευνες που δείχνουν πως επιλεγμένοι νεαροί αθλητές σε εθνικές ομάδες υπερτερούν στη ταχύτητα και στη δύναμη σε σχέση με νεαρούς ποδοσφαιριστές που δεν έχουν επιλεγεί από τις αντίστοιχες εθνικές ομάδες (19).

Η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται πως βελτιώνει τις παραπάνω παραμέτρους και μπορεί να ενταχθεί στη προπόνηση ποδοσφαίρου με στόχο την εξοικείωση των ποδοσφαιριστών με τις απρόβλεπτες αλλαγές κατεύθυνσης, τις επιταχύνσεις και τις επιβραδύνσεις. Οι πλειομετρικές ασκήσεις χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στη προπόνηση ποδοσφαίρου καθώς έχουν το πλεονέκτημα πως μπορούν εύκολα να ενταχθούν σε αυτήν λόγω χώρου, χρόνου και εξοπλισμού και μέσω εκρηκτικών δραστηριοτήτων όπως άλματα και σπριντ (2,20).

### Προσαρμογές στην προπόνηση δύναμης και ισχύος σε παιδιά

Η αύξηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος σε ενήλικες επιτυγχάνεται με τη χρήση προπόνησης αντιστάσεων λίγων επαναλήψεων και υψηλού φορτίου, ενώ η αύξηση της μυϊκής αντοχής με προπόνηση αντιστάσεων πολλών επαναλήψεων/χαμηλού φορτίου. Στα παιδιά 5-12 ετών όμως φάνηκε πως και με τις δύο αυτές προπονητικές μεθόδους το αποτέλεσμα ήταν η βελτίωση της μέγιστης δύναμης, η οποία επηρεάζεται σημαντικά από τον αριθμό των σετ και των επαναλήψεων και από την ένταση (σχετικό φορτίο). Τέλος, η προπόνηση αντιστάσεων ανεξάρτητα από το φορτίο και τον αν εκτελείται μονοποδικά ή διποδικά, επιδρά σημαντικά στην δύναμη, στην ισχύ (αλτικότητα) και αντοχή των παιδιών (11).

### Νευρομυϊκή απόδοση στα παιδιά

Έχει αποδειχθεί πως η προπόνηση δύναμης και ισχύος σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας μπορεί να έχει θετική επίδραση στην απόδοση όπως και στους ενήλικες. Υπάρχει όμως μια σημαντική διαφορά στην βελτίωση της μυϊκής απόδοσης των παιδιών, καθώς η βελτίωση αυτή συμβαίνει κυρίως λόγω νευρομυϊκών προσαρμογών και όχι σε συνδυασμό με μυϊκή υπερτροφία, όπως παρατηρείται στους ενήλικες (21).

Ο Dotan και οι συνεργάτες του υποστήριξαν πως η βελτίωση της νευρομυϊκής απόδοσης στα παιδιά οφείλεται κυρίως σε τρεις παράγοντες που αφορούν την διεγερσιμότητα των κινητικών

μονάδων, τη σύσταση των μυϊκών ινών και το μεταβολικό προφίλ. Η διεγερσιμότητα των κινητικών μονάδων των παιδιών θεωρείται ως ο πιο σημαντικός παράγοντας για την βελτίωση της νευρομυϊκής τους απόδοσης κυρίως λόγω της μικρότερης ικανότητάς τους στην επιστράτευση μυϊκών ινών τύπου II (22). Η σύσταση των μυϊκών ινών είναι κάτι που δεν μπορεί εύκολα να ερευνηθεί λόγω της δυσκολίας στη λήψη μυϊκής βιοψίας σε παιδιά, αλλά από παλιότερες μελέτες φαίνεται πως τα παιδιά έχουν μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου I σε σύγκριση με τους ενήλικες (23). Τέλος, λόγω της μικρότερης επιστράτευσης μυϊκών ινών τύπου II και τη παρουσία περισσότερων μυϊκών ινών τύπου I στα παιδιά μπορούμε να συμπεράνουμε πως και στο μεταβολικό προφίλ των παιδιών προεφηβικής ηλικίας, οι ανάγκες για ενέργεια θα καλύπτονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον αερόβιο μεταβολισμό, σε σύγκριση με τους ενήλικες (24).

### Επίδραση της σκελετικής ωρίμανσης στο νευρομυϊκό σύστημα των παιδιών

Για να αξιολογηθεί οποιοδήποτε είδος προπόνησης σε παιδιά θα πρέπει πρώτα να αξιολογηθεί η σκελετική τους ωρίμανση. Αυτή η διαδικασία μπορεί να βοηθήσει τους αθλητικούς οργανισμούς και τις ομάδες να ταξινομήσουν καλύτερα τα γκρουπ των νεαρών αθλητών, καθώς με το διαχωρισμό με βάση τη χρονολογική ηλικία μπορούν να εμφανιστούν μεγάλες διαφορές στο ύψος, στο βάρος, στη δύναμη, στη ταχύτητα και στην αντοχή των νεαρών αθλητών.

Ο ρυθμός και το χρονοδιάγραμμα της ωρίμανσης κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης είναι σημαντικοί παράγοντες για την αθλητική πρόοδο ενός νεαρού αθλητή. Ωστόσο οι μέθοδοι υπολογισμού της σκελετικής ηλικίας χρειάζονται ειδικό εξοπλισμό, δεν είναι ιδιαίτερα οικονομικοί και αναγκάζουν το παιδί που θα εξεταστεί να εκτεθεί σε ακτινοβολία. Μέθοδοι με τη χρήση σωματομετρικών χαρακτηριστικών όπως ο προσδιορισμός της ηλικίας που εμφανίζεται ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης (PHV) απαιτούν μια ακολουθία μετρήσεων για κάποια χρόνια κάτι το οποίο δεν τις κάνει τόσο εύχρηστες.

Ο προσδιορισμός της χρονικής απόστασης από την PHV, μέσω σωματομετρικών μετρήσεων χρησιμοποιείται συχνά για τον προσδιορισμό του βαθμού ωρίμανσης στα παιδιά. Αποτελεί ένα αξιόπιστο σημείο αναφοράς της μέγιστης ανάπτυξης στα παιδιά και κατά συνέπεια της έναρξης των γρήγορων αλλαγών στο σώμα τους (σωματικό ανάστημα, μυϊκή μάζα και δύναμη κ.α.). Χρησιμοποιώντας μετρήσεις του αναστήματος και του μήκους του κορμού και των μελών μπορούμε να προσδιορίσουμε την χρονική απόσταση από την ηλικία του μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης (PHV).

Ο τύπος πρόβλεψης της ωρίμανσης για τα αγόρια είναι:  $Maturity\ Offset = -9.236 + 0.0002708 \times Leg\ Length\ and\ Sitting\ Height\ interaction - 0.001663 \times Age\ and\ Leg\ Length\ interaction + 0.007216 \times Age$  (25).

Αν και η μονοποδική προπόνηση δεν έχει εξεταστεί τόσο στα παιδιά, οι νευρομυϊκές προσαρμογές από την προπόνηση δύναμης διαφέρουν από τα παιδιά στους ενήλικες. Στα παιδιά

φαίνεται πως κυρίαρχο ρόλο μετά από προπόνηση δύναμης έχουν οι νευρομυϊκές προσαρμογές, οι οποίες υπάρχουν και στους ενήλικες σε συνδυασμό όμως με μεγαλύτερες μορφολογικές προσαρμογές (π.χ. μυϊκή υπερτροφία) (11).

### Πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά

Η πλειομετρική προπόνηση σε νεαρούς αθλητές και η αποτελεσματικότητα στην βελτίωση της ισχύος μέσα από προγράμματα γενικής ενδυνάμωσης δεν έχει ερευνηθεί όσο στους ενήλικες. Υπάρχει ένας αριθμός ερευνών που αναφέρονται στη χρήση πλειομετρικής προπόνησης σε ενήλικες μία ή δύο φορές την εβδομάδα σε συνδυασμό με προπόνηση αντιστάσεων, οι οποίες αποδεικνύουν πως είναι ένας ασφαλής και αποτελεσματικός τρόπος βελτίωσης της απόδοσης σε αθλητικές δραστηριότητες όπως το ποδόσφαιρο (26,27). Περιορισμένος αριθμός ερευνών έχει ασχοληθεί με τις αντίστοιχες προσαρμογές της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά. Μια συγκεκριμένη έρευνα που χρησιμοποίησε πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά που δεν είχαν συμμετάσχει ξανά σε συστηματική προπόνηση αναφέρει βελτίωση της ταχύτητας και της αλτικής ικανότητας (2). Επίσης, θα ήταν σημαντικό να εξεταστεί η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά που βρίσκονται στην ηλικία του μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης.

Η πλειομετρική προπόνηση χωρίς εξωτερικό φορτίο που αποτελείται από γρήγορα πολλαπλά άλματα χρησιμοποιείται αρκετά από τους προπονητές σε ποδοσφαιρικές ομάδες μικρών ηλικιών. Έχει διαπιστωθεί πως σε νεαρούς ποδοσφαιριστές τα κυριότερα οφέλη της πλειομετρικής προπόνησης εμφανίζονται στη μυϊκή ισχύ, στη δρομική ταχύτητα και στην ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης (28).

Μια ακόμα σημαντική παράμετρος της πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρούς αθλητές είναι η συχνότητα εκτέλεσης σε μια χρονική περίοδο, που εξαρτάται άμεσα από την ένταση της προπόνησης. Οι Chaabene και Negra (29) σύγκριναν δύο προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης με διαφορετική ένταση (120 επαφές ποδιών ανά προπόνηση και 220 επαφές ποδιών ανά προπόνηση για 8 βδομάδες) σε αθλητές ποδοσφαίρου κάτω των 13 ετών και παρατήρησαν όμοιες θετικές μεταβολές στην δρομική ταχύτητα, στη ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης και στην αλτικότητα μεταξύ των δύο προγραμμάτων. Τα δύο αυτά προπονητικά είχαν παρόμοιες επιδράσεις στις αξιολογήσεις που πραγματοποιήθηκαν, έτσι στα παιδιά προεφηβικής ηλικίας προτείνεται πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης χαμηλής έντασης (120 επαφές ποδιών) (29). Επίσης, σε άλλη έρευνα αξιολογήθηκαν δύο διαφορετικά προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης με ίση συνολική επιβάρυνση αλλά με διαφορετική συχνότητα μέσα στη βδομάδα (σύγκριση μιας πλειομετρικής προπόνησης ανά βδομάδα και δύο πλειομετρικών προπονήσεων ανά βδομάδα) η οποία βρήκε πως και τα δύο προγράμματα είχαν την ίδια βελτίωση στο σπριντ 15 μέτρων, στην ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης και στο οριζόντιο άλμα, ενώ στη μονή πλειομετρική προπόνηση ανά εβδομάδα υπήρχε μεγαλύτερη βελτίωση στην ικανότητα επαναλαμβανόμενων σπριντ από ότι στη διπλή (30).

### Κύκλος «διάτασης-βράχυνσης» στα παιδιά

Ο κύκλος «διάτασης-βράχυνσης» είναι ο βασικός μηχανισμός πάνω στον οποίο στηρίζεται η πλειομετρική προπόνηση. Αρχικά οι πρωταγωνιστές μύες ενεργοποιούνται και επιμηκύνονται ξεκινώντας μια έκκεντρη σύσπαση, κατά την οποία διεγείρεται η λειτουργία του μυοστατικού αντανακλαστικού και έτσι μεταφέρεται το ερέθισμα στους κινητικούς νευρώνες. Μέσα από αυτήν την αντίδραση ο μυς ενεργοποιείται και αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια που μπορεί να βοηθήσει στην ταχύτερη σύσπαση και την αύξηση της παραγόμενης δύναμης των πρωταγωνιστών μυών (31,32). Στη συνέχεια, μια ισομετρική σύσπαση διαδέχεται την έκκεντρη προκαλώντας μια σύντομη παύση, ενώ ακολουθεί μια σύγκεντρη σύσπαση των πρωταγωνιστών μυών όπου βοηθά στην απελευθέρωση της ελαστικής ενέργειας και αποθήκευσή της στους τένοντες. Έτσι το αποτέλεσμα αυτής της δραστηριότητας είναι η παραγωγή ισχύος, όπου ο χρόνος μετάβασης από την έκκεντρη στη σύγκεντρη, το εύρος και η ταχύτητα της έκκεντρης σύσπασης επηρεάζουν την απόδοση της κίνησης. (33,34).

Η νευρομυϊκή απόδοση των παιδιών φαίνεται ότι επηρεάζεται αρνητικά λόγω της ταυτόχρονης σύσπασης αγωνιστών-ανταγωνιστών μυών, της μειωμένης μυϊκής προ-ενεργοποίησης και του μειωμένου αντανακλαστικού διάτασης σε σχέση με τους εφήβους και τους ενήλικες (19,35). Γι' αυτό το λόγο, βασικός στόχος της πλειομετρικής προπόνησης στα παιδιά είναι η ταχύτερη φάση απόσβεσης, η μείωση δηλαδή του χρόνου μεταξύ της έκκεντρης φάσης και της έναρξης της σύγκεντρης φάσης.

### Οδηγίες σχεδιασμού πλειομετρικής προπόνησης στα παιδιά

Βασική αρχή για το σχεδιασμό πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρούς αθλητές είναι η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας τραυματισμού που μπορεί να προκληθεί από την κακή τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων ή υπερβολική επιβάρυνση στη προπόνηση (36).

Σχετικά με την τεχνική εκτέλεσης των πλειομετρικών ασκήσεων, οι Lloyd και Oliver προτείνουν την βελτίωση των θεμελιωδών κινητικών δεξιοτήτων πριν από οποιαδήποτε εφαρμογή πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά (35). Άλλοι ερευνητές προσθέτουν τη σημαντικότητα της προθέρμανσης και αποθεραπείας πριν και μετά την εφαρμογή πλειομετρικής προπόνησης αλλά και την συχνότητα της στον προπονητικό μικρόκυκλο (1-2 φορές την εβδομάδα με απόσταση τουλάχιστον μίας ημέρας μεταξύ τους) (11). Η πλειομετρική προπόνηση που εκτελείται 1-2 φορές την εβδομάδα σε συνδυασμό με προπόνηση μυϊκής ενδυνάμωσης είναι πιο αποτελεσματική σε ομαδικά αθλήματα (2).

Όσον αφορά την επιβάρυνση της πλειομετρικής προπόνησης, μπορεί να αυξηθεί προοδευτικά μετά την εξοικείωση των αθλητών με την τεχνική των ασκήσεων και βασίζεται στην επιλογή κατάλληλων ασκήσεων ανάλογα με το επίπεδο του αθλητή. Οι ασκήσεις θα πρέπει αρχικά να



εκτελούνται χωρίς μετακίνηση, με χαμηλή ταχύτητα, χωρίς εξωτερική αντίσταση και να επιλέγονται αυτές με τη πιο απλή τεχνική εκτέλεση (35,37). Στις αναπτυξιακές ηλικίες απαιτείται εναλλαγή ερεθισμάτων και μεγάλη διάρκεια στην εφαρμογή ενός κύκλου πλειομετρικής προπόνησης, καθώς λόγω της συνεχούς ανάπτυξης και ωρίμανσης δεν είναι εύκολο να προσδιοριστεί η αλλαγή στη δύναμη και στην ισχύ των παιδιών (35). Προτείνεται λοιπόν, ως κριτήριο ελέγχου της επιβάρυνσης της πλειομετρικής προπόνησης, η χρήση κατάλληλων δοκιμασιών που θα αξιολογήσουν το δείκτη της «δύναμης αντίδρασης» (reactive strength index – RSI). Ο δείκτης RSI μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο των Flanagan και Comyns, ο οποίος είναι:

$RSI = \frac{\text{ύψος άλματος (χιλιοστά)}}{\text{χρόνος επαφής με έδαφος (χιλιοστά του δευτερολέπτου)}}$  (35).

Συνεπώς για να αξιολογηθεί αυτό, θα πρέπει όσοι εφαρμόσουν ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά να ξεχωρίσουν τις κινήσεις μεγάλης ταχύτητας που εκτελούνται μέσω της χρήσης ελαστικής ενέργειας και των αντανάκλαστικών διάταξης και τις κινήσεις αργής ταχύτητας που συνδέονται περισσότερο με την παραγωγή δύναμης (38).

Υψηλής έντασης πλειομετρικές ασκήσεις όπως τα άλματα βάθους δεν ενδείκνυνται για τα πρώτα στάδια της προπόνησης με σκοπό τη βελτίωση της ισχύος σε νεαρούς αθλητές καθώς εμπεριέχουν μεγάλο ρίσκο τραυματισμού των οστών που αναπτύσσονται, καθώς μπορούν να φορτίσουν τα κάτω άκρα του αθλητή με δυνάμεις αντίδρασης από το έδαφος που ισούνται με 2 έως 10 φορές μεγαλύτερες από το σωματικό βάρος (35). Μεγάλη ποσότητα τέτοιων ασκήσεων σχετίζεται με τραυματισμούς των μυών και των τενόντων. Σύμφωνα με τις οδηγίες για την πλειομετρική προπόνηση, θα πρέπει ο ασκούμενος που θα ακολουθήσει πλειομετρική προπόνηση υψηλής έντασης να μπορεί να εκτελέσει κάθισμα με φορτίο τουλάχιστον ίσο με 1.5 φορά το βάρος του. Όμως, αυτή η παράμετρος δεν μπορεί να αξιολογηθεί στα παιδιά, διότι θα απαιτούσε μετρήσεις με μεγάλες αντιστάσεις.

Τέλος, σε ότι αφορά τα πλειομετρικά προπονητικά πρωτόκολλα, φαίνεται πως στα παιδιά θα πρέπει να σχεδιάζονται προγράμματα προπόνησης με λιγότερες επαναλήψεις και με προοδευτική ένταση. Ο Lesinski και οι συνεργάτες του αναφέρουν πως η εφαρμογή 3 ή 4 σετ ανά άσκηση επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση στη μυϊκή δύναμη και στην ταχύτητα, καθώς και ότι 3-5 επαναλήψεις ανά σετ μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά το κατακόρυφο άλμα με προδιάταξη (39). Άλλοι ερευνητές προτείνουν στα παιδιά να εφαρμόζεται πρωτόκολλο 6-10 επαναλήψεων ανά σετ και 2-3 σετ ανά άσκηση στα κάτω άκρα (26).

### Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην οστική πυκνότητα των παιδιών

Ένα σημαντικό προτέρημα της πλειομετρικής προπόνησης στα παιδιά σε σχέση με τα άλλα είδη προπόνησης είναι η μεγάλη επίδραση της στην οστεογένεση λόγω των συμπιεστικών και στροφικών δυνάμεων που ασκούνται στο οστό και είναι συνήθως μεγαλύτερες του σωματικού



βάρους. Είναι κάτι που εμφανίζεται σε μεγάλο βαθμό στα παιδιά σε ηλικία πριν τον μέγιστο ρυθμό ανάπτυξης, όπου συμβαίνουν οι περισσότερες σκελετικές προσαρμογές (40).

Διάφορες έρευνες έχουν μελετήσει την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην οστική πυκνότητα σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας, και αναφέρουν πως παρουσιάζουν μεγαλύτερη αύξηση οστικής πυκνότητας στα οστά της σπονδυλικής στήλης, στο τροχαντήρα και το ισχίο (27,41).

Εκτός από αυτό, η πλειομετρική προπόνηση επηρεάζει έμμεσα τη δράση κάποιων ορμονών, όπως η τεστοστερόνη και η παραθυρεοειδής ορμόνη που σχετίζονται με τον οστικό μεταβολισμό και την αυξητική ορμόνη και τα οιστρογόνα που καθορίζουν τον οστικό μεταβολισμό (42). Γενικά, οποιοδήποτε είδος πλειομετρικής κίνησης αυξάνει την οστική πυκνότητα και εξαρτάται από το είδος και τη διάρκεια της επιβάρυνσης.

### Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά στη δύναμη και στην ισχύ

Η επίδραση ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στη δύναμη και στην ισχύ μπορεί να αξιολογηθεί σε παιδιά μέσα από την απόδοσή τους σε αξιολόγηση της αλτικότητας. Υπάρχουν αρκετές έρευνες που μελέτησαν την επίδραση την πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρούς αθλητές και παρατήρησαν βελτίωση στη δύναμη και στην ισχύ. Ο Lloyd και οι συνεργάτες του εξέτασαν την αλτική ικανότητα 40 αγοριών που βρίσκονταν πριν από την ηλικία του μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης (PHV) και 40 αγοριών που βρίσκονταν μετά την ηλικία του PHV μετά από πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης 6 εβδομάδων με 2 προπονητικές μονάδες ανά εβδομάδα και βρήκαν βελτίωση στο SJ και στις δύο ομάδες αγοριών (23). Επίσης, στη μελέτη του Faigenbaum και των συνεργατών του αξιολογήθηκε η επίδραση προγράμματος 9 εβδομάδων πλειομετρικής προπόνησης σε 74 μη γυμνασμένα παιδιά 8-11 ετών και φάνηκε ότι βελτίωσε την αλτική ικανότητα των νεαρών αθλητών (26), ενώ και στη μελέτη του Bouguezzi και των συνεργατών βρέθηκαν οι ίδιες θετικές επιδράσεις στο CMJ και στο SJ 30 νεαρών ποδοσφαιριστών μετά από πλειομετρική προπόνηση 8 εβδομάδων με 50-120 επαφές ποδιών ανά προπονητική μονάδα (30). Ο Michailidis και οι συνεργάτες του σε έρευνα που διήρκησε 12 εβδομάδες αξιολόγησε την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε αθλητές ποδοσφαίρου ηλικίας  $10,6 \pm 0,6$  ετών και βρήκαν πως βελτίωσε το κατακόρυφο άλμα, το επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα και τη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων (2), ενώ και ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες του εξέτασε την επίδραση πλειομετρικών ασκήσεων με ένα σκέλος, δύο σκέλη ή τον συνδυασμό τους σε ποδοσφαιριστές ηλικίας  $11,4 \pm 2,2$  ετών όπου επέφεραν σημαντική βελτίωση στη μυϊκή τους ισχύ (19).

### Επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά στη ταχύτητα και στην ευκινησία

Η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ταχύτητα και στην ευκινησία αξιολογήθηκε μέσα από την επίδοση της επίδοσης σε σπριντ στην ευθεία και με αλλαγές κατεύθυνσης και

παρατηρήθηκε πως βελτιώνεται σε όλη τη διάρκεια της παιδικής και εφηβικής ηλικίας (23). Έρευνες που εξέτασαν προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης 1-2 φορές την εβδομάδα για 8-12 βδομάδες σε νεαρούς ποδοσφαιριστές απέδειξαν πως μπορούν να βελτιώσουν την επίδοση σε τεστ ταχύτητας στην ευθεία από 5 έως 30 μέτρα και σε τεστ ευκινησίας όπως το T-test και το Illinois test (2,23,30).

Ο Asadi και οι συνεργάτες του αξιολόγησαν την ταχύτητα σπριντ και την ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης μετά από πλειομετρική προπόνηση σε τρεις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την ηλικία μέγιστου ρυθμού ανάπτυξης όπου παρατήρησαν βελτίωση σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, ενώ ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες του αξιολόγησαν τη ταχύτητα και την ευκινησία νεαρών ποδοσφαιριστών μετά από πλειομετρική προπόνηση με το ένα σκέλος, τα δύο ή των συνδυασμό μονοποδικών και διποδικών ασκήσεων και βρήκε πως όλες οι ομάδες παρέμβασης βελτιώθηκαν χωρίς κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ τους (19,43).

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

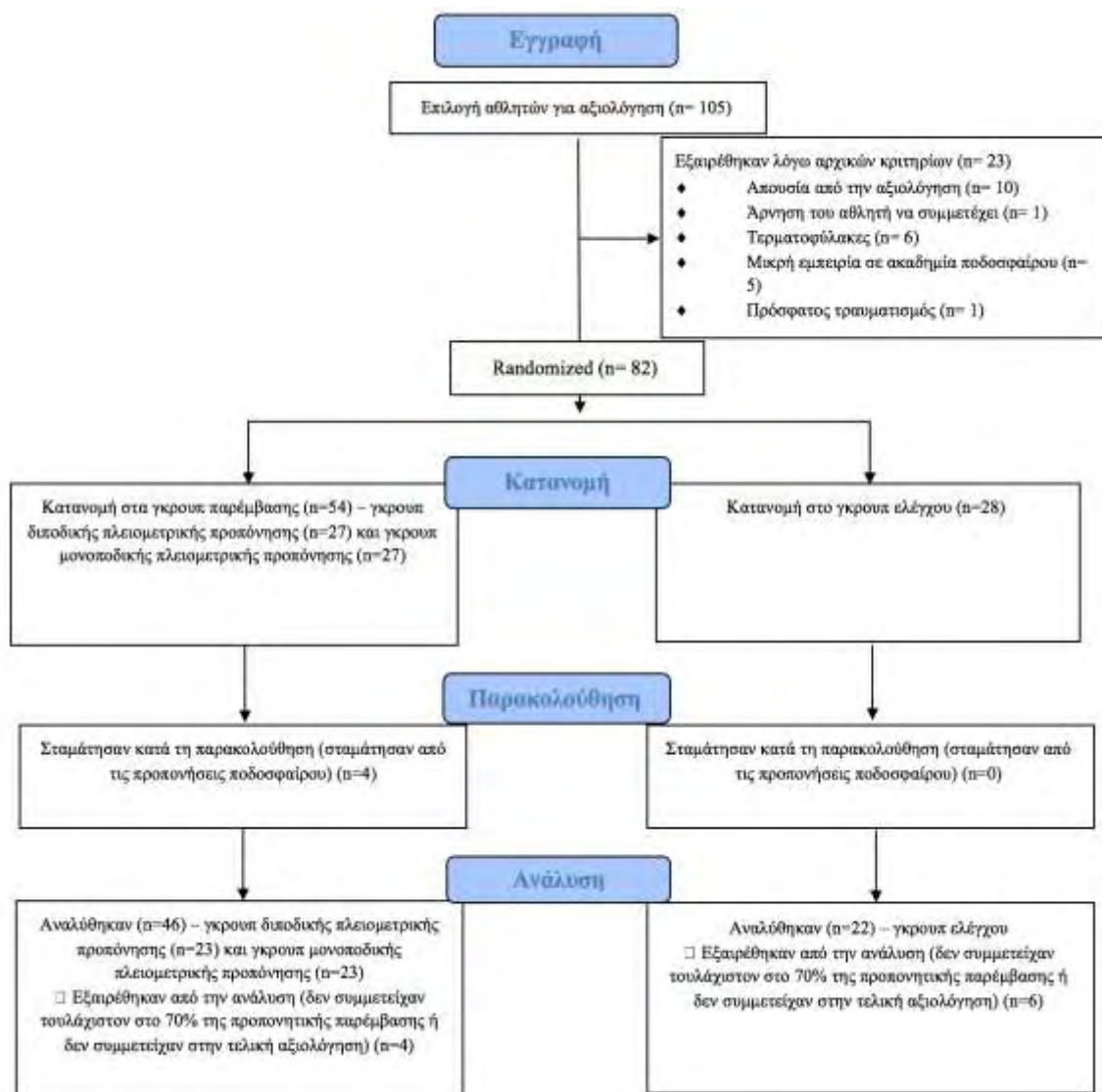
### Συμμετέχοντες

Στη παρούσα έρευνα πήραν μέρος 68 αγόρια ηλικίας 7-12 ετών. Πριν ξεκινήσει η αρχική δοκιμασία, το πρόγραμμα παρέμβασης και η τελική δοκιμασία, οι συμμετέχοντες και οι κηδεμόνες τους ενημερώθηκαν για τη διαδικασία της έρευνας και έδωσαν γραπτή συγκατάθεση για τη συμμετοχή τους. Στη συνέχεια έγινε έλεγχος του ιατρικού και αθλητικού ιστορικού για να διαπιστωθεί αν τηρούνται όλες οι προϋποθέσεις ώστε να λάβουν μέρος στην έρευνα. Οι συμμετέχοντες έπρεπε:

- (i) να μην πάσχουν από κάποια χρόνια ασθένεια,
- (ii) να μην έχουν κάποιο πρόσφατο τραυματισμό ή να μην έχουν υποβληθεί σε πρόσφατη χειρουργική επέμβαση,
- (iii) μην έχουν κάποιο πρόβλημα υγείας που να τους εμποδίζει από τη συμμετοχή τους στη προπονητική διαδικασία,
- (iv) να ασκούνται τουλάχιστον ένα έτος σε οργανωμένη ακαδημία ποδοσφαίρου
- (v) να μην έχουν λάβει μέρος ξανά σε πρόγραμμα όπου περιλαμβάνεται πλειομετρική προπόνηση, για αυτό και δεν συμμετείχαν τερματοφύλακες.

Αρχικά επιλέχθηκαν 105 νεαροί αθλητές ηλικίας 7-12 ετών από μια οργανωμένη ακαδημία ποδοσφαίρου. Πριν την αρχική μέτρηση εξαιρέθηκαν 23 παιδιά γιατί δεν πληρούσαν τα κριτήρια για να λάβουν μέρος στην έρευνα, είχαν δηλαδή κάποιο πρόσφατο τραυματισμό (N=1), δεν είχαν πάνω από ένα χρόνο εμπειρία σε ακαδημία ποδοσφαίρου (N=5), ήταν τερματοφύλακες οπότε είχαν λάβει μέρος σε πλειομετρική προπόνηση (N=6), δεν συναίνεσαν οι κηδεμόνες τους ώστε να λάβουν μέρος σε αυτήν (N=1) ή απλά δεν παρευρέθηκαν στην αρχική αξιολόγηση (N=10). Στην πρώτη αξιολόγηση συμμετείχαν 82 νεαροί αθλητές. Στη συνέχεια, σε κάθε μία ηλικιακή ομάδα χωρίστηκαν σε 3 γκρούπ, πλειομετρικής διποδικής προπόνησης (N=27), πλειομετρικής μονοποδικής προπόνησης (N=27) και ελέγχου (N=28). Κατά τη διάρκεια των 10 εβδομάδων παρέμβασης, 4 παιδιά σταμάτησαν από τις προπονήσεις οπότε εξαιρέθηκαν από τη διαδικασία, ενώ στο τέλος του προγράμματος παρέμβασης εξαιρέθηκαν 4 παιδιά από τα 2 γκρουπ παρέμβασης και 6 από το γκρουπ ελέγχου καθώς δεν είχαν συμμετοχή τουλάχιστον στο 70% των προπονήσεων. Στη τελική αξιολόγηση λοιπόν αξιολογήθηκαν 68 νεαροί αθλητές, 23 από το γκρουπ διποδικής πλειομετρικής προπόνησης, 23 από το γκρουπ μονοποδικής πλειομετρικής προπόνησης και 22 από το γκρουπ ελέγχου (βλέπε Σχήμα 1.).

Τέλος, η αρχική και η τελική μέτρηση έγιναν πρωινές και μεσημεριανές ώρες 9:00 π.μ. – 15:00 μ.μ., σε ξεχωριστές ώρες από τη προπόνηση και με την ίδια σειρά και στις δύο αξιολογήσεις.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής της μελέτης

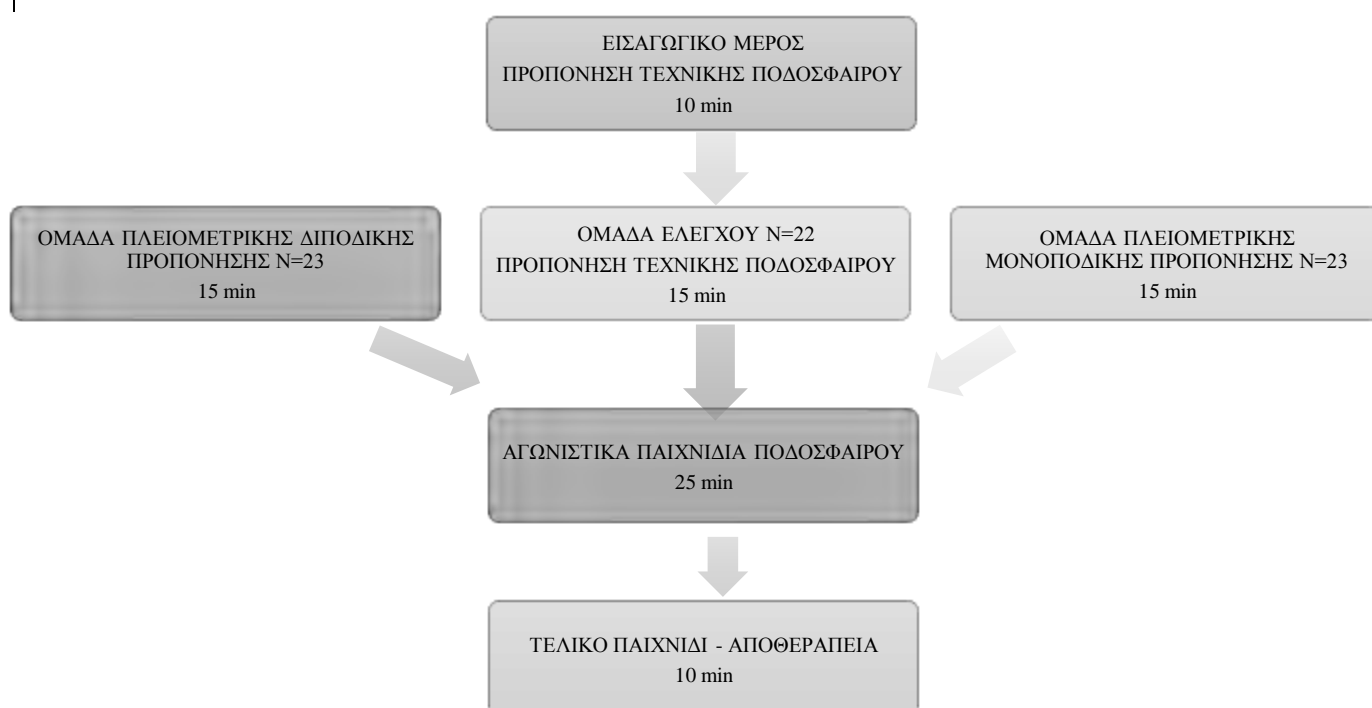
## Πειραματικός σχεδιασμός

Οι συμμετέχοντες που τοποθετήθηκαν τυχαία και ισοσταθμισμένα στα δύο γκρουπ παρέμβασης και στην ομάδα ελέγχου μετά από την αξιολόγηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών (βλέπε Πίνακα 1) και των φυσικών ικανοτήτων, εκτέλεσαν ένα πρωτόκολλο πλειομετρικής προπόνησης για 10 εβδομάδες. Πιο συγκεκριμένα, σε δύο από τις τρεις προπονητικές μονάδες κάθε εβδομάδας της συγκεκριμένης ακαδημίας ποδοσφαίρου, για 15 λεπτά μετά το κοινό εισαγωγικό μέρος της προπόνησης για όλους τους αθλητές, οι συμμετέχοντες εκτελούσαν πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε δύο διαφορετικά γκρουπ, διποδικής και μονοποδικής στήριξης, ενώ υπήρχε και το γκρουπ ελέγχου που εκτελούσε κανονικά τις ποδοσφαιρικές προπονητικές μονάδες χωρίς πλειομετρική προπόνηση.

**Πίνακας 1.** Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και αθλητική εμπειρία των νεαρών αθλητών σε κάθε γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης

Γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης	Διποδική προπόνηση (N=23)	Μονοποδική προπόνηση (N=23)	Ελέγχου (N=22)
Ηλικία (έτη)	9,95 ±1,47	9,94 ±1,80	10,15 ±1,62
Ύψος (εκατοστά)	139,15 ±7,03	142,22 ±8,66	141,61 ±10,38
Βάρος (κιλά)	36,12 ±7,82	39,29 ±8,18	38,48 ±10,59
Ηλικία ΡΗV (έτη)	13,14 ±0,71	12,86 ±9,71	13,04 ±0,61
Σωματικό λίπος (%)	20,09 ±6,72	20,68 ±5,69	19,70 ±6,67
Εμπειρία σε ακαδημία ποδοσφαίρου (έτη)	3,48 ±1,53	4,30 ±2,01	3,68 ±1,17

Η προπονητική μονάδα ξεκινούσε με ένα εισαγωγικό μέρος κοινό για τους αθλητές των τριών ομάδων για 10 λεπτά που αποτελούνταν κυρίως από ασκήσεις τεχνικής ποδοσφαίρου και στη συνέχεια οι δύο ομάδες παρέμβασης εκτελούσαν τη πλειομετρική προπόνηση για 10-15 λεπτά, ενώ η ομάδα ελέγχου συνέχιζε να εκτελεί τις ασκήσεις τεχνικής ποδοσφαίρου. Στο τελικό μέρος της προπονητικής μονάδας και τα 3 γκρουπ συμμετείχαν σε αγωνιστικά παιχνίδια ποδοσφαίρου (βλέπε Σχήμα 2.). Οι προπονητικές μονάδες είχαν πάντα χρονική απόσταση μεταξύ τους τουλάχιστον 48 ώρες.



**Σχήμα 2.** Δομή προπονητικής μονάδας για τα δύο γκρουπ παρέμβασης και το γκρουπ ελέγχου. Το εισαγωγικό μέρος ήταν κοινό για όλα τα γκρουπ, στη συνέχεια οι νεαροί αθλητές διαχωρίζονταν στα προπονητικά τους γκρουπ και τέλος συμμετείχαν όλοι σε κοινά αγωνιστικά παιχνίδια, στο τελικό παιχνίδι και στην αποθεραπεία

Αρχικά, πριν την έναρξη του πρωτοκόλλου των 10 εβδομάδων οι αθλητές και των τριών ομάδων εκτέλεσαν 4 προπονητικές πλειομετρικές μονάδες, 2 προπονητικές μονάδες διποδικής προπόνησης και 2 μονοποδικής προπόνησης μέσα σε δύο βδομάδες, με χαμηλή ποσότητα και όγκο μικρότερο κατά 20 επαφές ποδιών σε σύγκριση με αυτό που θα χρησιμοποιούνταν στην πρώτη εβδομάδας παρέμβασης. Στις προπονήσεις αυτές δόθηκε έμφαση στη τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων. Ο στόχος αυτών των 2 εισαγωγικών εβδομάδων ήταν η εξοικείωση των νεαρών αθλητών με τη πλειομετρική προπόνηση. Τα στοιχεία τεχνικής που οι αθλητές εκπαιδεύτηκαν τις δύο εβδομάδες προσαρμογής ήταν: (i) η θέση και η σταθερότητα της πυέλου, (ii) η θέση και η σταθερότητα του γόνατος και (iii) η θέση και η σταθερότητα του ποδιού κατά τη προσγείωση.

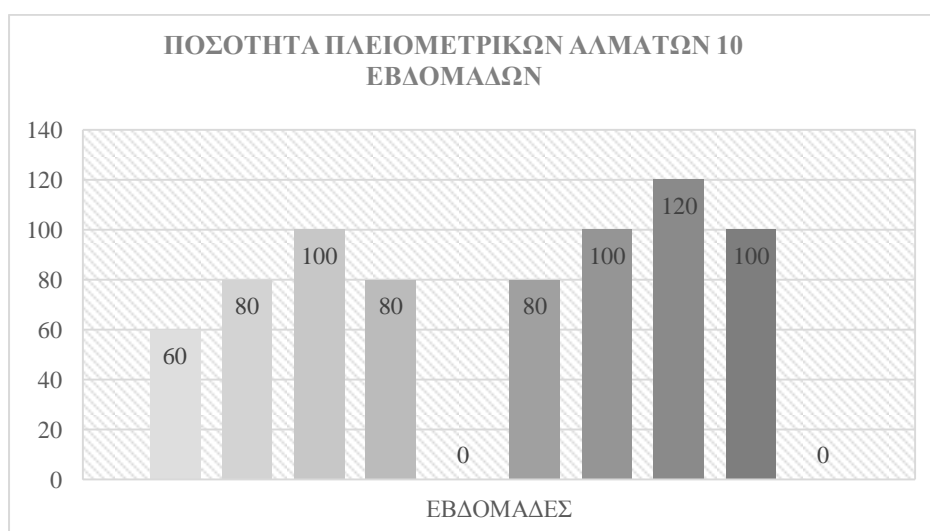
Κατά τη διάρκεια των 10 εβδομάδων το είδος των πλειομετρικών ασκήσεων των κάτω άκρων αυξανόταν προοδευτικά ανά δύο εβδομάδες ανάλογα με το επίπεδο δυσκολίας, το οποίο ορίζεται για κάθε άσκηση από την κατηγορία στην οποία ανήκει. Στη συγκεκριμένη προπονητική παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν 4 κατηγορίες πλειομετρικών ασκήσεων, τα άλματα σε συγκεκριμένο χώρο, τα επιτόπια άλματα, τις αναπηδήσεις και τα άλματα σε κουτί (βλέπε σχήμα 3.).



**Σχήμα 3.** Σχεδιασμός αξιολογήσεων και προοδευτικότητας της επιβάρυνσης της πλειομετρικής προπόνησης

Επίσης, η ποσότητα της προπονητικής μονάδας πλειομετρικής προπόνησης αυξανόταν προοδευτικά με 20 επαφές ποδιών ανά βδομάδα για τρεις βδομάδες, ενώ την 4<sup>η</sup> βδομάδα υπήρχε πτώση της ποσότητας της προπονητικής μονάδας 20 επαφών ποδιών. Η 5<sup>η</sup> εβδομάδα ήταν εβδομάδα αποκατάστασης. Αυτή η περίοδος των 5 εβδομάδων πραγματοποιήθηκε δύο φορές, με αρχική ποσότητα να ορίζεται στις 60 επαφές ποδιών την 1<sup>η</sup> βδομάδα για το πρώτο κύκλο και 80 επαφές ποδιών την 6<sup>η</sup> εβδομάδα για τον δεύτερο κύκλο (βλέπε Γράφημα 2.). Τα προπονητικά προγράμματα ακολουθούσαν το συνηθισμένο πρωτόκολλο προθέρμανσης και αποτελούνταν από πλειομετρικές

ασκήσεις με τον ίδιο συνολικό όγκο για κάθε ομάδα, που σημαίνει ότι η ομάδα διποδικής πλειομετρικής άσκησης εκτελούσε όλες τις επαναλήψεις με στήριξη στα δύο πόδια ενώ η ομάδα μονοποδικής πλειομετρικής προπόνησης εκτελούσε τον ίδιο αριθμό επαναλήψεων πλειομετρικών αλμάτων 50% με το κάθε πόδι. Κάθε προπονητική μονάδα πλειομετρικής προπόνησης αποτελούνταν από 3 ασκήσεις των 3 έως 5 σετ των 6 έως 10 επαναλήψεων οι οποίες εκτελούνταν με μέγιστη ταχύτητα και διάλειμμα 1:10 από σετ σε σετ. Στο τέλος του προγράμματος παρέμβασης εκτελέστηκε η ίδια αξιολόγηση φυσικών ικανοτήτων.









**Γράφημα 2.** Ποσότητα πλειομετρικής προπόνησης 10 εβδομάδων

Στη προετοιμασία της πλειομετρικής προπόνησης που διήρκησε 2 εβδομάδες εκτελέστηκαν 4 πλειομετρικές προπονητικές μονάδες, 2 με ασκήσεις διποδικής στήριξης και 2 με ασκήσεις μονοποδικής στήριξης, από όλους τους νεαρούς αθλητές ανεξάρτητα σε ποιο γκρουπ είχαν τοποθετηθεί. Οι ασκήσεις που επιλέχθηκαν για τη περίοδο προσαρμογής ήταν από τη κατηγορία επιτόπιων αλμάτων, καθώς είναι μικρής δυσκολίας και μπορούν να ελέγχονται συγχρόνως περισσότερα άτομα. Την πρώτη εβδομάδα προσαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι ασκήσεις επιτόπια άλματα σε στεφάνια, πλευρικά επιτόπια άλματα και πλευρικά επιτόπια άλματα πάνω από εμπόδιο 10cm με διποδική στήριξη σε κάθε άσκηση, 2 σετ των 8 επαναλήψεων στις δύο πρώτες ασκήσεις, 1 σετ των 8 επαναλήψεων στη τελευταία άσκηση και διάλειμμα 1:10 ανά σετ και επαναλήψεις. Την δεύτερη εβδομάδα της προετοιμασίας χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες ακριβώς ασκήσεις, με μονοποδική στήριξη, 2 σετ των 4 επαναλήψεων σε κάθε πόδι στις δύο πρώτες ασκήσεις, 1 σετ των 4 επαναλήψεων σε κάθε πόδι στη τελευταία άσκηση και διάλειμμα 1:10 ανά επανάληψη (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 1).



Τις δύο πρώτες εβδομάδες της προπονητικής παρέμβασης επιλέχθηκαν από τη 1<sup>η</sup> κατηγορία πλειομετρικών ασκήσεων, τα άλματα σε συγκεκριμένο χώρο 3 διαφορετικές ασκήσεις για τη κάθε βδομάδα με σύνολο 60 αλμάτων τη πρώτη βδομάδα και 80 αλμάτων τη δεύτερη βδομάδα αντίστοιχα. Την πρώτη βδομάδα εκτελέστηκαν οι ασκήσεις: άλματα σε 4 τετράγωνα (3 σετ των 6 επαναλήψεων), άλματα σε σχηματισμό σταυρού με εμπόδια 10 εκ. (3 σετ των 6 επαναλήψεων) και άλματα σε σχηματισμό σταυρού με οπτικό ερέθισμα σε τυχαία σειρά (4 σετ των 6 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης. Την δεύτερη βδομάδα εκτελέστηκαν οι ασκήσεις: άλματα σε σχηματισμό Krumrie (3 σετ των 8 επαναλήψεων), άλματα σε σχηματισμό σταυρού με εμπόδια 10 εκ. (3 σετ των 8 επαναλήψεων) και άλματα με οπτικό ερέθισμα σε τυχαία σειρά και σουτ σε εστία (4 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 1).

ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ	ΕΠΑΦΕΣ ΠΟΔΙΩΝ	1 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	2 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	3 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ
1 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΧΩΡΟ	60	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ (3x6)</b> 	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΑΥΡΟΥ ΜΕ ΕΜΠΟΔΙΑ 10cm (3x6)</b> 	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΑΥΡΟΥ ΜΕ ΟΠΤΙΚΟ ΕΡΕΘΙΣΜΑ (4x6)</b> 
2 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ		80	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ Krumrie (3x8)</b> 	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΑΥΡΟΥ ΜΕ ΕΜΠΟΔΙΑ 10cm (3x8)</b> 	<b>ΑΛΜΑΤΑ ΜΕ ΟΠΤΙΚΟ ΕΡΕΘΙΣΜΑ ΣΕ ΤΥΧΑΙΑ ΣΕΙΡΑ ΚΑΙ ΣΟΥΤ ΣΕ ΕΣΤΙΑ (4x8)</b> 

Εικόνα 1. Ασκησιολόγιο πλειομετρικής προπόνησης (Μέρος 1. Άλματα σε συγκεκριμένο χώρο – 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> εβδομάδα)

Την 3<sup>η</sup> και την 4<sup>η</sup> βδομάδα επιλέχθηκαν ασκήσεις από τη 2<sup>η</sup> κατηγορία πλειομετρικών ασκήσεων, τα επιτόπια άλματα. Την 3<sup>η</sup> βδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 100 αλμάτων οι ασκήσεις: επιτόπια άλματα σε στεφάνια (5 σετ των 10 επαναλήψεων), πλευρικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15 εκ. (4 σετ των 8 επαναλήψεων) και επιτόπια άλματα σε στρώμα AIREX (3 σετ των 6

επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης. Την 4<sup>η</sup> εβδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 80 αλμάτων οι ασκήσεις: πλευρικά άλματα (3 σετ των 8 επαναλήψεων), πλευρικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15 εκ. (4 σετ των 8 επαναλήψεων) και επιτόπια άλματα σε τραμπολίνο (3 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 2).

ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ	ΕΠΑΦΕΣ ΠΟΔΙΩΝ	1 <sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	2 <sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	3 <sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ
3 <sup>η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΛΜΑΤΑ	100	ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΤΕΦΑΝΙΑ (5x10) 	ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΑΛΜΑΤΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΜΠΟΔΙΟ 15cm (4x8) 	ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ Airex (3x6) 
4 <sup>η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ		80	ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΛΜΑΤΑ (3x8) 	ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΑΛΜΑΤΑ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΕΜΠΟΔΙΟ 15cm (4x8) 	ΕΠΙΤΟΠΙΑ ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΤΡΑΜΠΟΛΙΝΟ (3x8) 

Εικόνα 2. Ασκησιολόγιο πλειομετρικής προπόνησης (Μέρος 2. Επιτόπια άλματα – 3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> εβδομάδα)

Τη 5<sup>η</sup> εβδομάδα δεν εκτελέστηκαν οι πλειομετρικές προπονήσεις σε όλα τα γκρουπ και οι αθλητές ακολούθησαν τις ίδιες προπονήσεις τεχνικής ποδοσφαίρου.







Την 6<sup>η</sup> και την 7<sup>η</sup> εβδομάδα επιλέχθηκαν ασκήσεις από τη 3<sup>η</sup> κατηγορία πλειομετρικής προπόνησης, τις αναπηδήσεις. Την 6<sup>η</sup> εβδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 80 αλμάτων οι ασκήσεις: αναπηδήσεις σε σκάλα (3 σετ των 8 επαναλήψεων), πάνω από εμπόδια 15 εκ. (3 σετ των 8 επαναλήψεων) και σε στεφάνια με 1 μέτρο απόσταση μεταξύ τους (4 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης, ενώ την 7<sup>η</sup> εβδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 100 αλμάτων οι ασκήσεις: πλευρικές αναπηδήσεις σε σκάλα (3 σετ των 6 επαναλήψεων), πάνω από εμπόδια 15 εκ. (5 σετ των 10 επαναλήψεων) και διαγώνιες αναπηδήσεις σε στεφάνια με 1 μέτρο

απόσταση μεταξύ τους (4 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 3).

ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ	ΕΠΑΦΕΣ ΠΟΔΙΩΝ	1 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	2 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	3 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ
6 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΑΛΜΑΤΑ	80	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΚΑΛΑ ΜΕ ΚΑΘΕΤΑ ΑΛΜΑΤΑ (3x8)	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΜΠΟΔΙΑ 15cm (3x8)	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΤΕΦΑΝΙΑ ΜΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 1μ. (4x8)
7 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ		100	ΠΛΕΥΡΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΚΑΛΑ ΜΕ ΚΑΘΕΤΑ ΑΛΜΑΤΑ (3x6)	ΠΛΕΥΡΙΚΕΣ ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΜΠΟΔΙΑ 15cm (5x10)	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΑ ΣΕ ΣΤΕΦΑΝΙΑ ΜΕ ΑΠΟΣΤΑΣΗ 1μ. (4x8)

Εικόνα 3. Ασκησιολόγιο πλειομετρικής προπόνησης (Μέρος 3. Πολλαπλά άλματα – 6<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> εβδομάδα)

Την 8<sup>η</sup> και την 9<sup>η</sup> βδομάδα επιλέχθηκαν ασκήσεις από τη 4<sup>η</sup> κατηγορία πλειομετρικών ασκήσεων, τα άλματα από κουτί ή στεπ. Την 8<sup>η</sup> βδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 120 αλμάτων οι ασκήσεις: άλματα σε στεπ (5 σετ των 8 επαναλήψεων), άλματα σε σχηματισμό σταυρού σε στεπ (5 σετ των 8 επαναλήψεων) και αναπηδήσεις σε στεπ με 1 μέτρο απόσταση μεταξύ τους (5 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης, ενώ την 9<sup>η</sup> βδομάδα εκτελέστηκαν με συνολικό όγκο 100 αλμάτων οι ασκήσεις: πλευρικά άλματα σε στεπ (5 σετ των 10 επαναλήψεων), αναπηδήσεις διαγώνια σε στεπ (3 σετ των 6 επαναλήψεων) και σε στεπ με κλιμακωτό ύψος με 1 μέτρο απόσταση μεταξύ τους (4 σετ των 8 επαναλήψεων) με διάλειμμα 1:10 και μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 4).

ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΛΜΑΤΩΝ	ΕΠΑΦΕΣ ΠΟΔΙΩΝ	1 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	2 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	3 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ
8 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ	ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΚΟΥΤΙ	120	ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΤΕΠ (5x8) 	ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ ΣΤΑΥΡΟΥ ΣΕ ΣΤΕΠ (5x8) 	ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΤΕΠ (5x8) 
9 <sup>Η</sup> ΕΒΔΟΜΑΔΑ		100	ΠΛΕΥΡΙΚΑ ΑΛΜΑΤΑ ΣΕ ΣΤΕΠ (5x10) 	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΑ ΣΕ ΣΤΕΠ (3x6) 	ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΣΕ ΣΤΕΠ ΜΕ ΚΛΙΜΑΚΩΤΟ ΥΨΟΣ (4x8) 

Εικόνα 4. Ασκησιολόγιο πλειομετρικής προπόνησης (Μέρος 4. Άλματα σε κουτί – 8<sup>η</sup> και 9<sup>η</sup> εβδομάδα)

Τέλος, τη 10<sup>η</sup> εβδομάδα δεν εκτελέστηκαν οι πλειομετρικές προπονήσεις σε κανένα γκρουπ και όλοι οι αθλητές ακολούθησαν τις ίδιες προπονήσεις τεχνικής ποδοσφαίρου. Μετά την 10<sup>η</sup> εβδομάδα έγινε η δεύτερη αξιολόγηση φυσικών ικανοτήτων των νεαρών αθλητών (βλέπε ασκησιολόγιο στην Εικόνα 4).

Οι αθλητές στο γκρουπ διποδικής πλειομετρικής προπόνησης εκτέλεσαν τις ασκήσεις με τα σερ και τις επαναλήψεις όπως αναγράφονται σε κάθε άσκηση ενώ οι αθλητές του γκρουπ μονοποδικής πλειομετρικής προπόνησης εκτέλεσαν τις μισές επαναλήψεις σε κάθε σερ με το ένα άκρο και τις άλλες μισές με το αντίθετο άκρο.

### Διαδικασία και όργανα μέτρησης

Η αξιολόγηση των αθλητών έγινε δύο φορές, μια πριν την έναρξη της παρέμβασης της πλειομετρικής προπόνησης και μία στο τέλος αυτής στο χώρο και στις ώρες της προπόνησης.

### Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν με αναστημόμετρο (Leicester Height Measure, UK) για τη μέτρηση του ύψους και ζυγαριά (BC-1000, Tanita, Tokyo, Japan) για τη μέτρηση της σωματικής μάζας και του σωματικού λίπους, ενώ το επίπεδο βιολογικής ωρίμανσης εκτιμήθηκε από



ανθρωπομετρικά στοιχεία σύμφωνα με τους Mirwald et al. (2002) και τον υπολογισμό του PHV. Κατά τη μέτρηση της σωματικής μάζας και του ύψους, οι δοκιμαζόμενοι στάθηκαν στο κέντρο της ζυγαριάς και του αναστημόμετρου χωρίς να φορούν παπούτσια, κάλτσες και μπλούζα, ενώ κατά τη μέτρηση του καθιστού ύψους οι δοκιμαζόμενοι κάθισαν σε πάγκο 70 εκατοστών όπου τα πόδια τους δεν άγγιζαν το έδαφος ενώ η μέση και το κεφάλι ακουμπούσαν σε τοίχο και τα χέρια ήταν χαλαρά πάνω στους γλουτούς. Το ύψος του κορμού σε καθιστή θέση προσδιορίστηκε με τη τοποθέτηση μίας οριζόντιας επιφάνειας πάνω στο κεφάλι του δοκιμαζόμενου και τη μέτρηση της κατακόρυφης απόστασης από το έδαφος έως το σημείο αυτό. Η μέτρηση του σωματικού λίπους έγινε με ζυγαριά BC-1000 Tanita ταυτόχρονα με την μέτρηση της σωματικής μάζας, η οποία λειτουργεί με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης.

#### Αλτική ικανότητα – Λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης κάτω άκρων

Η αλτική ικανότητα των νεαρών αθλητών αξιολογήθηκε μέσω κατακόρυφων αλμάτων (Squat Jump και Counter Movement Jump) με ένα και δύο πόδια με την πλατφόρμα Chronojump (Boscosystem, Spain) και η λειτουργική αξιολόγηση της απόδοσης των κάτω άκρων μέσω οριζοντίων αλμάτων σε διαφορετικές κατευθύνσεις. Η λειτουργική αξιολόγηση της απόδοσης των κάτω άκρων των νεαρών αθλητών έγινε με τη δοκιμασία του μέγιστου οριζόντιου άλματος με δύο και ένα πόδι (Standing Broad jump/Single Hop), τεστ μέγιστου τριπλού οριζόντιου άλματος με δύο και ένα πόδι (Triple Broad jump/Triple Single Hop), τεστ ταχύτητας – συντονισμού με πλάγια άλματα με δύο (Jumping Sideways test) και ένα πόδι (Side Hop test) και αλματικό τεστ ταχύτητας σε διαδρομή σχήματος 8 με το ένα πόδι (Figure of Eight hop test).

Το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (SJ) και το κατακόρυφο άλμα με προδιάταση (CMJ) εκτελέστηκαν διποδικά και μονοποδικά σε κάθε άκρο με τα χέρια στη μεσολαβή. Στο SJ, οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να μείνουν σε στατική θέση για 2 δευτερόλεπτα με τα γόνατα σε γωνία 90° πριν εκτελέσουν μέγιστο άλμα, ενώ στο CMJ από όρθια θέση και μετά από εκρηκτικό κάθισμα εκτελούσαν μέγιστο άλμα (5). Εκτελέστηκαν 3 διποδικές προσπάθειες και 3 μονοποδικές προσπάθειες σε κάθε πόδι και για τα δύο τεστ και καταγράφηκε το μέγιστο ύψος άλματος από τις 3 προσπάθειες κάθε αξιολόγησης από τη πλατφόρμα Chronojump. Επίσης μαζί με τα κατακόρυφα άλματα SJ και CMJ αξιολογήθηκε και το διμερές έλλειμμα (BLD) αυτών των προσπαθειών, όπου είναι ο δείκτης μεταξύ της διποδικής και μονοποδικής ισχύος και υπολογίζεται από τη μέγιστη προσπάθεια των αλμάτων με τα δύο πόδια και το καθένα ξεχωριστά. Ο τύπος του δείκτη BLD είναι:

$$\text{BLD (\%)} = 100 \times (\text{διποδική απόδοση}) \times (\text{απόδοση δεξιού άκρου} + \text{απόδοση αριστερού άκρου})^{-1} - 100$$

(4).

Όλα τα τεστ οριζοντίων αλμάτων αξιολογήθηκαν μετρώντας με μέτρο την απόσταση από την αρχική θέση έως τη φτέρνα του παπουτσιού στο σημείο προσγείωσης κάθε άλματος (44–47). Στο Jumping

Sideways test πρέπει ο δοκιμαζόμενος να εκτελεί αναπηδήσεις με δύο πόδια σε μία ορισμένη απόσταση 30 εκατοστών (ορισμένη από ταινίες – χωρίς να ακουμπήσει ανάμεσά τους) και να κάνει όσο πιο γρήγορα 10 επαναλήψεις (20 αναπηδήσεις). Στο Side Hop test ο δοκιμαζόμενος πρέπει να εκτελεί αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε μία ορισμένη απόσταση 30 εκατοστών (ορισμένη από ταινίες – χωρίς να ακουμπήσει ανάμεσά τους) και να κάνει όσο πιο γρήγορα 10 επαναλήψεις (20 αναπηδήσεις) (44,48–50). Τέλος, στο Figure of Eight hop test ο δοκιμαζόμενος πρέπει να κάνει αναπηδήσεις σε σχήμα «8» με το ένα πόδι και τα χέρια κολλημένα στη μέση σε μία απόσταση 5 μέτρων όσο πιο γρήγορα μπορεί. Κάθε προσπάθεια περιλαμβάνει δύο κύκλους σχήματος «8» και καταγράφεται η πιο γρήγορη προσπάθεια (50–52)

### Μέγιστη ισομετρική δύναμη

Η μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου και των οπίσθιων μηριαίων των κάτω άκρων αξιολογήθηκε ξεχωριστά με δυναμόμετρο χειρός (Microfet2, Hoggan, Salt Lake City, US) και ταυτόχρονη μέτρηση της γωνίας της άρθρωσης με γωνιόμετρο (Gymna, GymnaUniphy NV, Belgium). Πιο συγκεκριμένα, η ισομετρική δύναμη του τετρακεφάλου αξιολογήθηκε με τους νεαρούς αθλητές σε καθιστή θέση και το γόνατο σε σταθερή γωνία 60 μοιρών από την έκταση. Η λεκάνη του αθλητή ήταν ακινητοποιημένη με ιμάντα στο εξεταστικό κρεβάτι, ώστε να είναι σταθερή η θέση του εξεταζόμενου. Ο εξεταστής κρατούσε το δυναμόμετρο σε σταθερή θέση στο πρόσθιο μέρος της κνήμης, ακριβώς πάνω από την ποδοκνημική άρθρωση. Ένας ιμάντας ήταν τυλιγμένος γύρω από το δυναμόμετρο και δένονταν στο κρεβάτι ώστε η γωνία του με την κνήμη να είναι 90°. Ο εξεταζόμενος εκτελούσε 3 μέγιστες ισομετρικές προσπάθειες 3 δευτερολέπτων σε κάθε πόδι με καταγραφή της πιο δυνατής. Η ισομετρική δύναμη των οπίσθιων μηριαίων αξιολογήθηκε με τους νεαρούς αθλητές ξαπλωμένους μπρούμυτα, το γόνατο λυγισμένο 30 μοίρες από την έκταση και την λεκάνη ακινητοποιημένη με ιμάντα. Ο εξεταστής κρατούσε το δυναμόμετρο σε σταθερή θέση στο οπίσθιο μέρος της κνήμης, ακριβώς πάνω από την ποδοκνημική άρθρωση, και ο εξεταζόμενος εκτελούσε 3 μέγιστες ισομετρικές προσπάθειες 3 δευτερολέπτων σε κάθε πόδι με καταγραφή της πιο δυνατής (53).

### Ισορροπία

Επίσης, αξιολογήθηκε η μονοποδική ισορροπία (Flamingo Balance test) σε ξύλο ισορροπίας πάχους 4,5 εκατοστών και στα δύο πόδια. Οι εξεταζόμενοι προσπαθούσαν να ισορροπήσουν στο ξύλο χωρίς παπούτσια ενώ ο χρόνος μετρούσε μόνο όταν κρατούσαν την ισορροπία τους και σταματούσε σε κάθε πτώση. Μετρήθηκαν οι πτώσεις του κάθε αθλητή μέχρι να φτάσουν τα 60 δευτερόλεπτα ισορροπίας, ενώ καταγράφηκε η καλύτερη από δύο προσπάθειες (54).

## Ταχύτητα

Αξιολογήθηκε η ταχύτητα των νεαρών αθλητών στα 5μ., 10μ. και 20μ. και η ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης (modified T-test) με τα φωτοκύτταρα Fitlight (Fitlight Sports Corp., Ontario, Canada).

Στο τεστ ταχύτητας ο εξεταζόμενος ξεκινούσε 30 εκατοστά πίσω από το πρώτο φωτοκύτταρο με στόχο να περάσει όσο πιο γρήγορα μπορεί από όλα τα φωτοκύτταρα για να μετρηθεί η ταχύτητα για κάθε απόσταση (0-5 μέτρα, 0-10 μέτρα, 0-20 μέτρα). Κάθε αθλητής έκανε 3 προσπάθειες με τουλάχιστον 3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ τους και καταγράφηκε η πιο γρήγορη στην απόσταση 0-20 μέτρων.

Στο modified T-test αξιολογήθηκε η ταχύτητα με αλλαγές κατεύθυνσης και από τις δύο πλευρές (αριστερά/δεξιά) όπου ο κάθε εξεταζόμενος είχε δύο προσπάθειες από κάθε πλευρά για να καταγραφεί η πιο γρήγορη. Στο συγκεκριμένο τεστ πρέπει ο αθλητής να ξεκινήσει 30 εκατοστά πριν το φωτοκύτταρο, να εκτελέσει όσο πιο γρήγορα μπορεί τη διαδρομή σε σχήμα «T» και να ολοκληρώσει τη διαδρομή στο αρχικό φωτοκύτταρο. Η διαδρομή «T» σχηματίζεται από το φωτοκύτταρο στην αρχή και 3 κώνους που απέχουν όλοι μεταξύ τους 5 μέτρα (55).

## Στατιστική ανάλυση

Στη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα ως: μέσοι όροι  $\pm$  τυπική απόκλιση. Για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ της χρονικής στιγμής (πριν και μετά) και της προπονητικής παρέμβασης (διποδική πλειομετρική προπόνηση και μονοποδική πλειομετρική προπόνηση) χρησιμοποιήθηκε μικτή 2-way ANOVA, ενώ για την αλληλεπίδραση μεταξύ της χρονικής στιγμής, της προπονητικής παρέμβασης και του κυρίαρχου ποδίου ή μη χρησιμοποιήθηκε μικτή 3-way ANOVA. Όταν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $p < 0.05$ ), για τις αναλύσεις post hoc χρησιμοποιήθηκε το Tukey's test. Οι τιμές partial eta squared ( $\eta^2$ ) χρησιμοποιήθηκαν για να αξιολογηθεί το μέγεθος της επίδρασης (μικρή: 0.01 έως 0.059, μέτρια: 0.06 έως 0.137, μεγάλη:  $>0.138$ ). Για συγκρίσεις ανά ζεύγη, το μέγεθος της επίδρασης αξιολογήθηκε μέσω του Cohen's d (μικρή:  $>0.2$ , μέτρια:  $>0.5$ , μεγάλη:  $>0.8$ ). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας τέθηκε στο  $p < 0.05$ . Όλες οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με το λογισμικό STATISTICA 12.0 (Tulsa OK, USA).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Ισορροπία – Λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης κάτω άκρων

Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις δοκιμασίες της ισορροπίας και των λειτουργικών αξιολογήσεων απόδοσης των κάτω άκρων πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση και η διαφορά μεταξύ τους ( $\Delta$ ), ενώ στον πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

**Πίνακας 3.** Αποτελέσματα στην ισορροπία και στην λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης των κάτω άκρων πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση K: κυρίαρχο πόδι, MK: μη-κυρίαρχο πόδι \*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν.

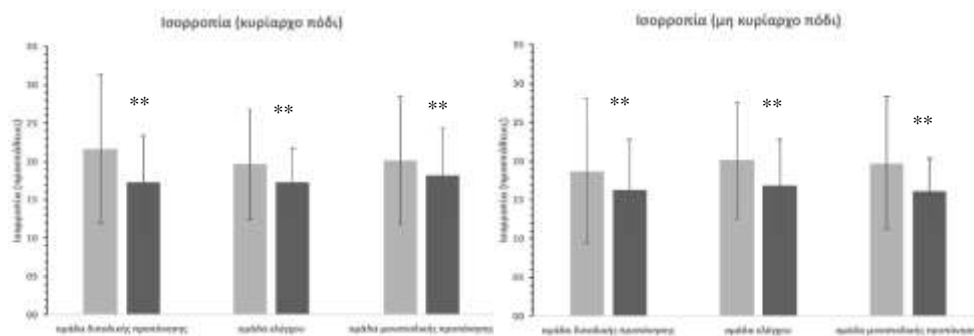
Γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης	Διποδική προπόνηση			Ελέγχου			Μονοποδική προπόνηση		
	ΠΡΙΝ	META	$\Delta$ ( $\Delta\%$ )	ΠΡΙΝ	META	$\Delta$ ( $\Delta\%$ )	ΠΡΙΝ	META	$\Delta$ ( $\Delta\%$ )
Ισορροπία (K) (προσπάθειες)	21,7 $\pm 9,6$	17,3** $\pm 6,1$	-4,3 $\pm 7,9$ (19,8%)	19,7 $\pm 7,2$	17,4** $\pm 4,4$	-2,3 $\pm 6,3$ (11,7%)	20,2 $\pm 18,2$	18,2** $\pm 6,3$	-2,0 $\pm 5,7$ (9,9%)
Ισορροπία (MK) (προσπάθειες)	18,7 $\pm 9,2$	16,3** $\pm 6,4$	-2,4 $\pm 7,4$ (12,8%)	20,1 $\pm 7,5$	16,8** $\pm 6,0$	-3,3 $\pm 5,7$ (16,4%)	19,8 $\pm 8,5$	16,1** $\pm 4,4$	-3,7 $\pm 7,5$ (18,7%)
Jumping sideways (δευτερόλεπτα)	9,7 $\pm 1,6$	8,6** $\pm 1,3$	-1,1 $\pm 1,4$ (11,3%)	9,6 $\pm 1,0$	9,1 $\pm 1,1$	-0,5 $\pm 0,9$ (5,2%)	9,5 $\pm 1,9$	8,2** $\pm 1,0$	-1,3 $\pm 1,5$ (13,7%)
Side hop (K) (δευτερόλεπτα)	14,1 $\pm 4,8$	11,5** $\pm 4,3$	-2,7 $\pm 5,2$ (19,1%)	13,4 $\pm 4,1$	11,4** $\pm 3,6$	-2,0 $\pm 2,0$ (14,9%)	12,1 $\pm 3,6$	9,3** $\pm 1,9$	-2,9 $\pm 2,5$ (24,0%)
Side hop (MK) (δευτερόλεπτα)	14,1 $\pm 3,8$	11,7** $\pm 4,3$	-2,4 $\pm 4,0$ (17,0%)	13,1 $\pm 2,9$	11,5** $\pm 2,9$	-1,5 $\pm 1,3$ (11,5%)	13,4 $\pm 4,9$	10,3** $\pm 3,6$	-3,1 $\pm 3,9$ (23,1%)
Figure of 8 (K) (δευτερόλεπτα)	14,66 $\pm 2,82$	13,43** $\pm 2,00$	-1,2 $\pm 1,7$ (8,2%)	13,74 $\pm 2,45$	12,25** $\pm 3,33$	-1,5 $\pm 2,8$ (10,9%)	13,78 $\pm 2,66$	12,37** $\pm 2,08$	-1,4 $\pm 1,6$ (10,2%)
Figure of 8 (MK) (δευτερόλεπτα)	14,37 $\pm 2,20$	13,23** $\pm 1,90$	-1,1 $\pm 1,4$ (7,7%)	13,75 $\pm 2,32$	12,30** $\pm 1,67$	-1,4 $\pm 1,4$ (10,2%)	13,93 $\pm 2,36$	12,22** $\pm 2,17$	-1,7 $\pm 1,2$ (12,2%)

**Πίνακας 4.** Στατιστική ανάλυση στην ισορροπία και στην λειτουργική αξιολόγηση απόδοσης των κάτω άκρων πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση

	Κύρια επίδραση χρόνου (πριν vs. Μετά)	2 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος	3 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος x πόδι	Κύρια επίδραση group (για τις διαφορές πριν – μετά σε κάθε group)
Ισορροπία	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.22$ )	$p=0.93$ ( $\eta^2=0.01$ )	$p=0.20$ ( $\eta^2=0.05$ )	$p=0.93$ ( $\eta^2=0.01$ )
Jumping sideways	$p=0.21$ ( $\eta^2=0.02$ )	$p=0.05$ ( $\eta^2=0.09$ )		$p=0.07$ ( $\eta^2=0.08$ )
Side hop	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.38$ )	$p=0.43$ ( $\eta^2=0.03$ )	$p=0.66$ ( $\eta^2=0.01$ )	$p=0.43$ ( $\eta^2=0.03$ )
Figure of 8	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.47$ )	$p=0.67$ ( $\eta^2=0.01$ )	$p=0.70$ ( $\eta^2=0.01$ )	$p=0.67$ ( $\eta^2=0.01$ )

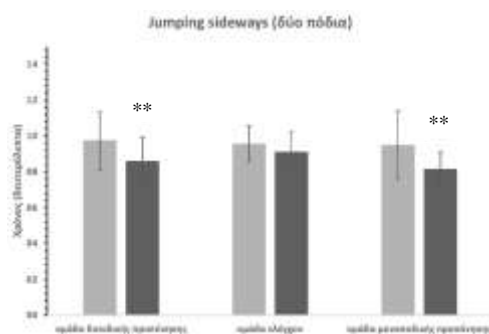
Στην ισορροπία παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ ,  $\eta^2=0.22$ ). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ( $p=0.93$ ,  $\eta^2=0.01$ ) ούτε και 3-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης του χρόνου και του ποδιού ( $p=0.20$ ,  $\eta^2=0.05$ ). Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.93$ ,  $\eta^2=0.01$ ). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στην ισορροπία και στα δύο πόδια κατά 9,9-19,8% (Πίνακας 3).





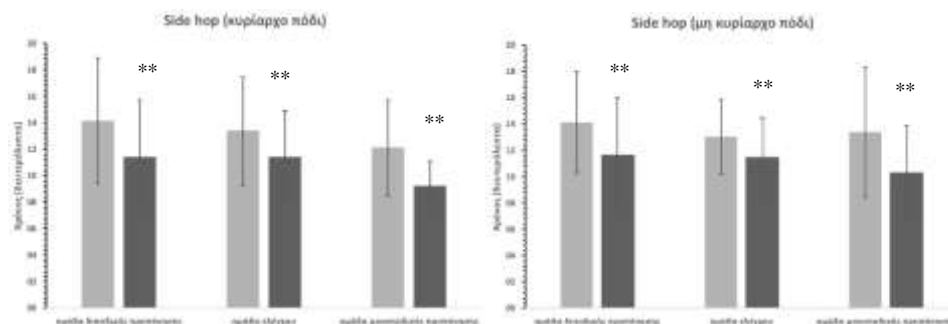
**Γράφημα 3 και 4.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις της ισορροπίας του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν

Στην τεστ jumping sideways δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.21$ ,  $\eta^2=0.02$ ), αλλά παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του χρόνου και των γκρουπ προπόνησης ( $p=0.05$ ,  $\eta^2=0.09$ ) με τη χρήση 2-way ANOVA. Πιο ειδικά, μετά την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε ίδια βελτίωση στο jumping sideways μετά τη διποδική ( $p=0.01$ ) αλλά και τη μονοποδική προπόνηση ( $p=0.01$ ) κατά 11,3-13,7%.



**Γράφημα 5.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του jumping sideways test με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν

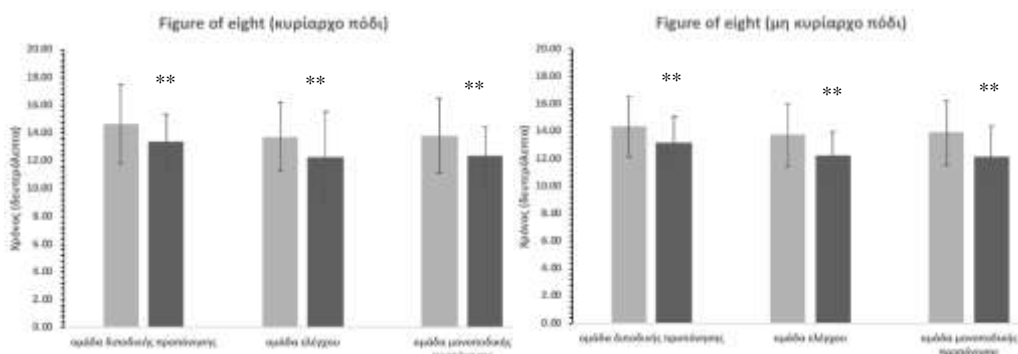
Στο τεστ side hop παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ ,  $\eta^2=0.38$ ). Εκτελέστηκε 2-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο ( $p=0.43$ ,  $\eta^2=0.03$ ) και 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p=0.66$ ,  $\eta^2=0.01$ ) και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.43$ ,  $\eta^2=0.03$ ). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στο side hop και στα δύο πόδια κατά 11,0-24,0% (Πίνακας 3).



\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 6 και 7.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του side hop test του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο τεστ figure of 8 παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p = 0.01$ ,  $\eta^2 = 0.47$ ). Εκτελέστηκε 2-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο ( $p = 0.67$ ,  $\eta^2 = 0.01$ ) και 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p = 0.70$ ,  $\eta^2 = 0.01$ ) και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p = 0.67$ ,  $\eta^2 = 0.01$ ). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στο τεστ figure of 8 και στα δύο πόδια κατά 7,7-12,2% (Πίνακας 3).



\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν,

**Γράφημα 8 και 9.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του figure of 8 test του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

## Αλτική ικανότητα – Οριζόντια άλματα

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις δοκιμασίες των οριζόντιων αλμάτων πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση και η διαφορά μεταξύ τους, ενώ στον πίνακα 6 παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις μεταξύ τους.

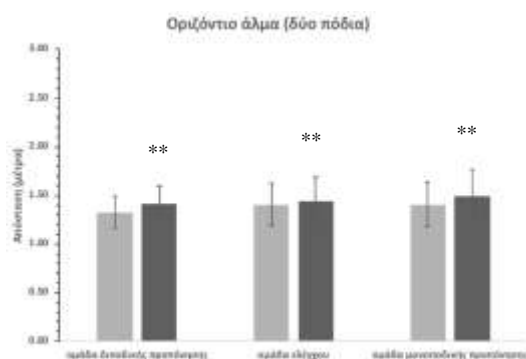
**Πίνακας 5.** Αποτελέσματα στο οριζόντιο άλμα και στο τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια, το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο πόδι πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση K: κυρίαρχο πόδι, MK: μη-κυρίαρχο πόδι \*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν, †:  $p<0.05$  και ‡:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #:  $p<0.05$  και ##:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα διποδικής προπόνησης

Γκρουπ προπόνησης	πλειομετρικής	Διποδική προπόνηση			Ελέγχου			Μονοποδική προπόνηση		
		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)
Οριζόντιο άλμα (m)		1,33 ± 0,16	1,41** ± 0,18	0,08 ± 0,11 (6,0%)	1,41 ± 0,22	1,44** ± 0,25	0,03 ± 0,10 (2,1%)	1,41 ± 0,24	1,49** ± 0,28	0,08 ± 0,13 (5,7%)
Οριζόντιο άλμα (K) (m)		1,05 ± 0,23	1,12* ± 0,20	0,07 ± 0,15 (6,7%)	1,07 ± 0,22	1,13 ± 0,27	0,07 ± 0,15 (6,5%)	1,07 ± 0,24	1,31** ± 0,24	0,24†# ± 0,19 (22,4%)
Οριζόντιο άλμα (MK) (m)		1,04 ± 0,20	1,15* ± 0,21	0,11 ± 0,16 (10,6%)	1,06 ± 0,25	1,13 ± 0,26	0,07 ± 0,17 (6,6%)	1,03 ± 0,26	1,22** ± 0,24	0,19 ± 0,18 (18,4%)
Τριπλό οριζόντιο άλμα (m)		3,99 ± 0,55	4,38** ± 0,61	0,39 ± 0,39 (9,8%)	4,27 ± 0,70	4,37** ± 0,72	0,10 ± 0,50 (2,3%)	4,35 ± 0,70	4,56** ± 0,67	0,21 ± 0,45 (4,8%)
Τριπλό οριζόντιο άλμα (K) (m)		3,17 ± 0,62	3,54** ± 0,60	0,36 ± 0,51 (11,4%)	3,45 ± 0,71	3,57** ± 0,76	0,12 ± 0,35 (3,5%)	3,51 ± 0,66	3,81** ± 0,56	0,30 ± 0,32 (8,5%)
Τριπλό οριζόντιο άλμα (MK) (m)		3,17 ± 0,57	3,48** ± 0,65	0,31 ± 0,42 (9,8%)	3,47 ± 0,60	3,64** ± 0,69	0,17 ± 0,44 (4,9%)	3,50 ± 0,70	3,74** ± 0,66	0,24 ± 0,34 (6,9%)

**Πίνακας 6.** Στατιστική ανάλυση στο οριζόντιο άλμα και στο τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια, το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο πόδι πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση

	Κύρια επίδραση χρόνου (πριν vs. Μετά)	2 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος	3 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος x πόδι	Κύρια επίδραση group (για τις διαφορές πριν – μετά σε κάθε group)
Οριζόντιο άλμα (διποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.24$ )	$p=0.25$ ( $\eta^2=0.04$ )		$p=0.25$ ( $\eta^2=0.04$ )
Οριζόντιο άλμα (μονοποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.44$ )	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.17$ )	$p=0.21$ ( $\eta^2=0.05$ )	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.17$ )
Τριπλό οριζόντιο άλμα (διποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.22$ )	$p=0.09$ ( $\eta^2=0.07$ )		$p=0.09$ ( $\eta^2=0.07$ )
Τριπλό οριζόντιο άλμα (μονοποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.35$ )	$p=0.20$ ( $\eta^2=0.05$ )	$p=0.58$ ( $\eta^2=0.02$ )	$p=0.20$ ( $\eta^2=0.05$ )

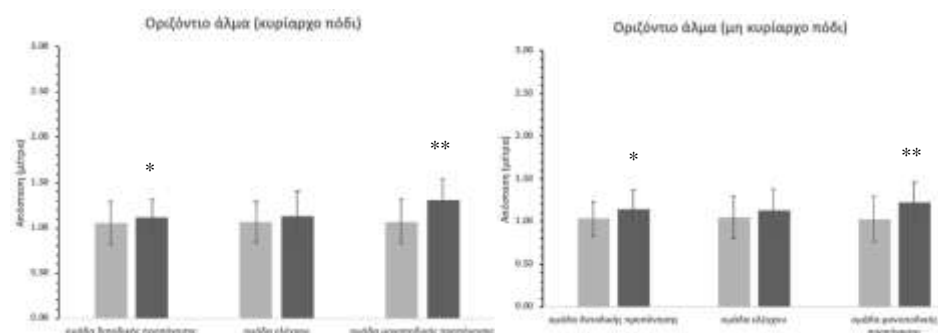
Στο οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 6), αλλά η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $p=0.25$ ,  $\eta^2=0.04$ ). Αυτό σημαίνει ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στο οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια (από 2,1 έως 6,0%, Πίνακας 5).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

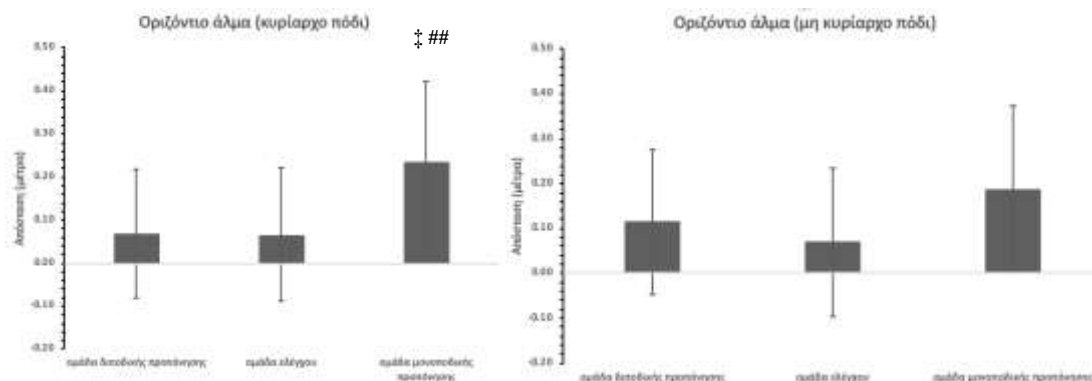
**Γράφημα 10.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του οριζόντιου άλματος με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο μονοποδικό οριζόντιο άλμα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 6) όπως και στην αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο μετά από 2-way ANOVA ( $p=0.01$ , Πίνακας 6). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στο μονοποδικό οριζόντιο άλμα μετά από τη διποδική πλειομετρική προπόνηση ( $p=0.03$ ) κατά 6,7-10,6% και μεγαλύτερη ακόμα βελτίωση μετά τη μονοποδική πλειομετρική προπόνηση ( $p=0.01$ ) κατά 18,4-22,4% (Πίνακας 5). Εκτελέστηκε 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p=0.21$ ,  $\eta^2=0.05$ ) χωρίς να παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.01$ ,  $\eta^2=0.17$ ), όπου μετά από το τεστ post-hoc φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο γκρουπ μονοποδικής προπόνησης σε σχέση με το γκρουπ διποδικής προπόνησης ( $p=0.01$ ) και το γκρουπ ελέγχου ( $p=0.01$ ) (Πίνακας 5).



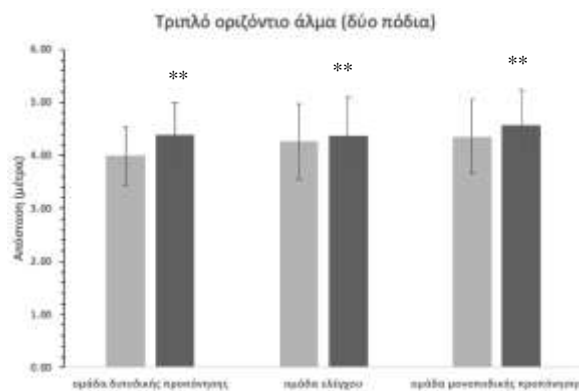
\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 11 και 12.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του οριζόντιου άλματος του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση



**Γράφημα 13 και 14.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων του οριζόντιου άλματος του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

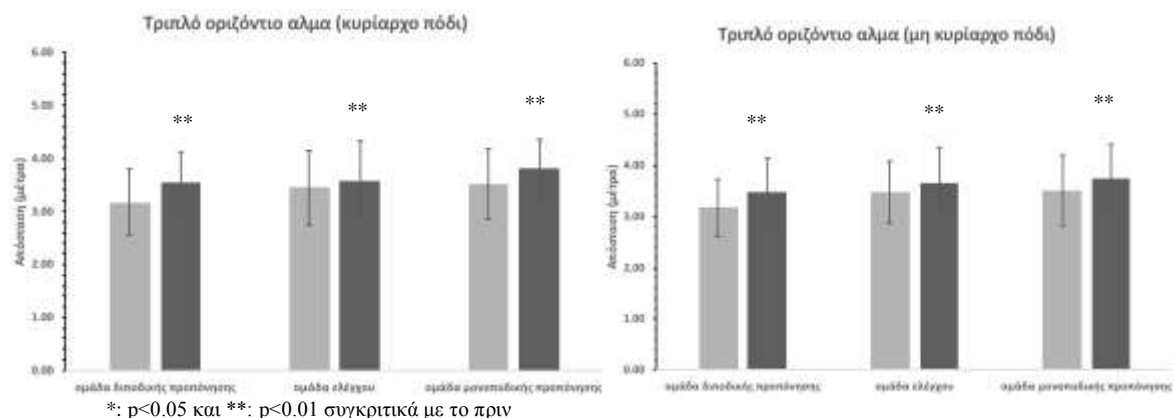
Στο τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 6) και στη συνέχεια από το τεστ post-hoc παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση συγκεκριμένα μετά τη διποδική πλειομετρική προπόνηση ( $p=0.01$ ). Επίσης, εκτελέστηκε 2-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο ( $p=0.09$ ,  $\eta^2=0.07$ ) και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Αυτό σημαίνει ότι στο τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια το γκρουπ ελέγχου και το μονοποδικό γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο (από 2,3 έως 4,8%, Πίνακας 5) αλλά το διποδικό γκρουπ βελτιώθηκε περισσότερο (9,8%, Πίνακας 5).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 15.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του τριπλού οριζόντιου άλματος με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο τριπλό μονοποδικό οριζόντιο άλμα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ ,  $\eta^2=0.25$ ). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ( $p=0.20$ ,  $\eta^2=0.05$ ) ούτε και 3-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης του χρόνου και του ποδιού ( $p=0.58$ ,  $\eta^2=0.02$ ). Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.20$ ,  $\eta^2=0.05$ ). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στο τριπλό μονοποδικό οριζόντιο άλμα και στα δύο πόδια κατά 3,5-11,4% (Πίνακας 5).



**Γράφημα 16 και 17.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του τριπλού οριζόντιου άλματος του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

## Αλτική ικανότητα – Κάθετα άλματα

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις δοκιμασίες των κάθετων αλμάτων πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση και η διαφορά μεταξύ τους, ενώ στον πίνακα 8 παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις μεταξύ τους.

**Πίνακας 7.** Αποτελέσματα στο CMJ και στο SJ με τα δυο πόδια, το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο πόδι και στο Bilateral deficit του CMJ και του SJ πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση Κ: κυρίαρχο πόδι, ΜΚ: μη-κυρίαρχο πόδι. \*: p<0.05 και \*\*: p<0.01 συγκριτικά με το πλιν, †: p<0.05 και ‡: p<0.01 συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #: p<0.05 και ##: p<0.01 συγκριτικά με την ομάδα διποδικής προπόνησης

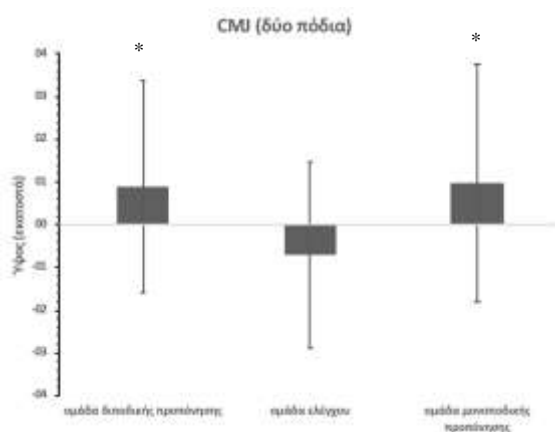
Γκρουπ προπόνησης	πλειομετρικής	Διποδική προπόνηση			Ελέγχου			Μονοποδική προπόνηση		
		ΠΡΙΝ	META	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	META	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	META	Δ (Δ%)
CMJ (cm)		19,7 ± 4,9	20,6* ± 5,1	0,9 ± 2,5 (4,6%)	21,6 ± 6,0	20,9 ± 6,4	-0,7 ± 2,2 (3,2%)	21,3 ± 5,3	22,2* ± 4,5	1,0 ± 2,8 (4,7%)
CMJ (K) (cm)		10,3 ± 3,1	10,9** ± 3,2	0,6 ± 1,3 (5,8%)	11,0 ± 3,7	10,9 ± 4,3	-0,1 ± 2,1 (0,9%)	11,4 ± 3,6	12,4** ± 3,0	1,0 ± 1,9 (8,8%)
CMJ (MK) (cm)		10,2 ± 2,5	10,9 ** ± 3,3	0,7 ± 1,8 (6,9%)	10,8 ± 3,7	10,9 ± 4,3	0,1 ± 1,7 (0,9%)	10,8 ± 3,6	12,6** ± 2,9	1,8† ± 1,8 (16,7%)
SJ (cm)		18,3 ± 4,5	19,9 ** ± 4,8	1,6† ± 3,2 (8,7%)	20,1 ± 4,6	19,5 ± 5,8	-0,6 ± 2,7 (3,0%)	20,4 ± 4,8	21,9 ** ± 4,4	1,6† ± 2,3 (7,8%)
SJ (K) (cm)		9,2 ± 2,6	10,2* ± 2,9	1,0* ± 1,9 (10,9%)	9,9 ± 3,4	9,6 ± 3,4	-0,3 ± 1,4 (3,0%)	10,3 ± 3,3	11,3* ± 3,4	0,9* ± 1,9 (8,7%)
SJ (MK) (cm)		9,1 ± 2,5	9,9* ± 2,6	0,8* ± 2,0 (8,8%)	9,7 ± 3,0	9,7 ± 3,1	0,0 ± 1,1 (0,0%)	10,0 ± 3,2	11,2* ± 2,8	1,2* ± 1,8 (12,0%)
Bilateral deficit CMJ (%)		-2,3 ± 13,8	-2,5 ± 16,3	-0,2 ± 13,3 (8,7%)	0,1 ± 10,3	-2,1 ± 16,7	-2,2 ± 17,2 (2200%)	-0,7 ± 19,7	-9,1 ± 15,4	-8,5* ± 13,6 (1214%)
Bilateral deficit SJ (%)		1,8 ± 13,3	0,9 ± 13,3	-0,8 ± 12,9 (44,4%)	5,5 ± 14,4	2,7 ± 11,8	-2,8 ± 14,7 (50,9%)	4,0 ± 18,6	0,5 ± 15,2	-3,5 ± 10,5 (87,5%)

**Πίνακας 8.** Στατιστική ανάλυση στο CMJ και στο SJ με τα δυο πόδια, το κυρίαρχο και το μη κυρίαρχο πόδι και στο Bilateral deficit του CMJ και του SJ πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση

	Κύρια επίδραση χρόνου (πριν vs. Μετά)	2 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος	3 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος x πόδι	Κύρια επίδραση group (για τις διαφορές πριν –
--	---------------------------------------	--------------------------------------	---	---

				μετά σε κάθε group)
CMJ (διποδικό)	$p=0.21$ ( $\eta^2=0.02$ )	$p=0.05$ ( $\eta^2=0.09$ )		$p=0.05$ ( $\eta^2=0.09$ )
CMJ (μονοποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.19$ )	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.14$ )	$p=0.45$ ( $\eta^2=0.02$ )	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.14$ )
SJ (διποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.09$ )	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.12$ )		$p=0.01$ ( $\eta^2=0.12$ )
SJ (μονοποδικό)	$p=0.01$ ( $\eta^2=0.14$ )	$p=0.02$ ( $\eta^2=0.11$ )	$p=0.51$ ( $\eta^2=0.02$ )	$p=0.02$ ( $\eta^2=0.11$ )
Bilateral deficit CMJ	$p=0.05$ ( $\eta^2=0.06$ )	$p=0.15$ ( $\eta^2=0.06$ )		$p=0.15$ ( $\eta^2=0.06$ )
Bilateral deficit SJ	$p=0.13$ ( $\eta^2=0.04$ )	$p=0.76$ ( $\eta^2=0.01$ )		$p=0.76$ ( $\eta^2=0.01$ )

Στο CMJ με τα δύο πόδια δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.21$ ,  $\eta^2=0.02$ ) αλλά η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ήταν στατιστικά σημαντική ( $p=0.05$ , Πίνακας 8). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε κανένα γκρουπ. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.05$ ,  $\eta^2=0.09$ ) χωρίς όμως να υπάρξει στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το τεστ post-hoc. Αυτό σημαίνει ότι στο CMJ με τα δύο πόδια τα γκρουπ μονοποδικής και διποδικής προπόνησης βελτιώθηκαν το ίδιο (από 4,6 έως 4,7%, Πίνακας 7).

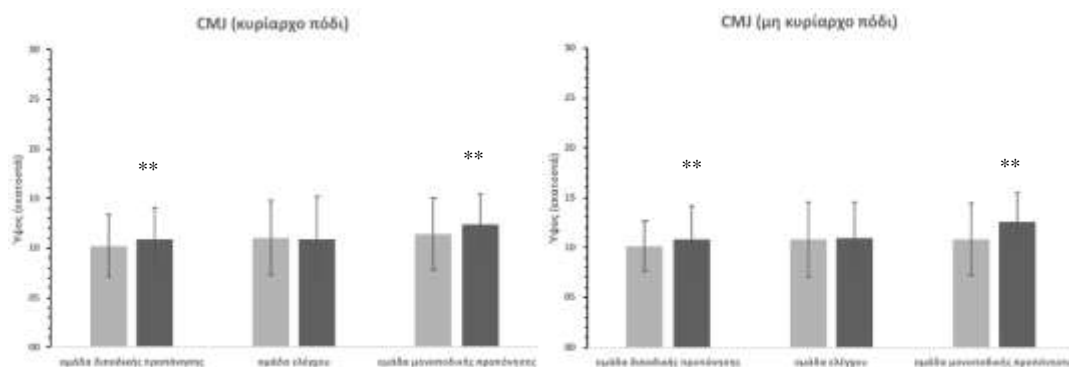


\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν,

**Γράφημα 18.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων του CMJ με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση

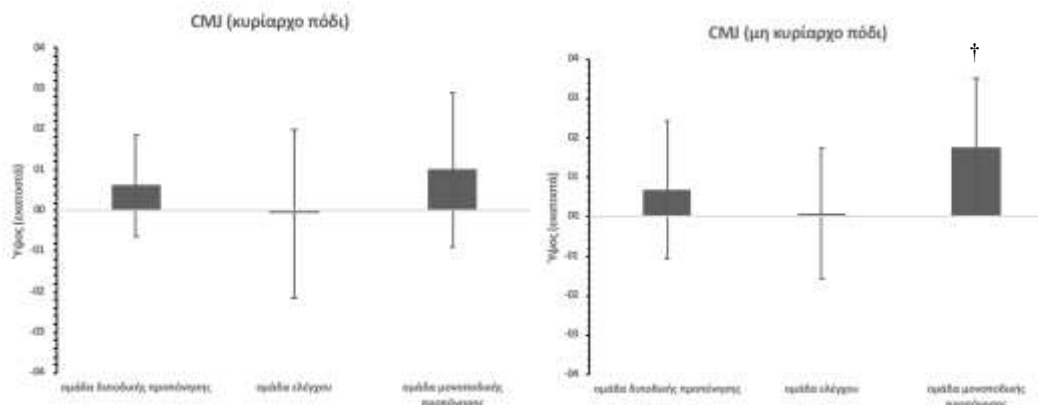
Στο μονοποδικό CMJ παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 8) όπως και στην αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο μετά από 2-way ANOVA ( $p=0.01$ , Πίνακας 8). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση μονοποδικό CMJ μετά από τη μονοποδική πλειομετρική προπόνηση ( $p=0.03$ ). Αυτό σημαίνει ότι στο μονοποδικό CMJ το γκρουπ διποδικής προπόνησης βελτιώθηκε κατά 5,8-6,9%, ενώ το γκρουπ μονοποδικής προπόνησης βελτιώθηκε περισσότερο κατά 8,8-16,7% (Πίνακας 7). Εκτελέστηκε 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p=0.45$ ,  $\eta^2=0.02$ ) χωρίς να

παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.01$ ,  $\eta^2=0.14$ ), όπου μετά από το τεστ post-hoc φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στο γκρουπ μονοποδικής προπόνησης σε σχέση με το γκρουπ ελέγχου ( $p=0.02$ ) στο μη κυρίαρχο πόδι (Πίνακας 8).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 19 και 20.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του CMJ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση



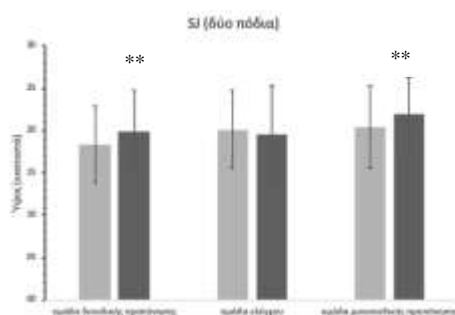
†:  $p<0.05$  και ‡:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου,

**Γράφημα 21 και 22.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων του CMJ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο SJ με τα δύο πόδια παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 8) και η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ήταν επίσης στατιστικά σημαντική ( $p=0.01$ , Πίνακας 8). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε κανένα γκρουπ. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε στατιστικά

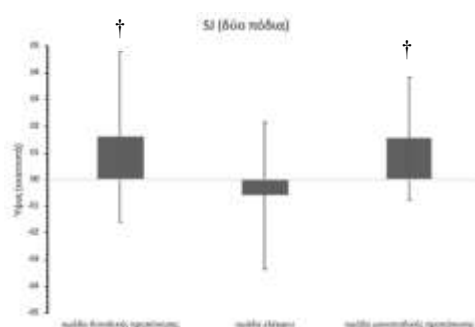


σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 8) με στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το τεστ post-hoc μεταξύ της διποδικής προπόνησης και του γκρουπ ελέγχου ( $p=0.03$ ) αλλά και της μονοποδικής προπόνησης και του γκρουπ ελέγχου ( $p=0.03$ ). Αυτό σημαίνει ότι στο SJ με τα δύο πόδια τα γκρουπ μονοποδικής και διποδικής προπόνησης βελτιώθηκαν το ίδιο (από 7,8 έως 8,7%, Πίνακας 7).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 23.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του SJ με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση

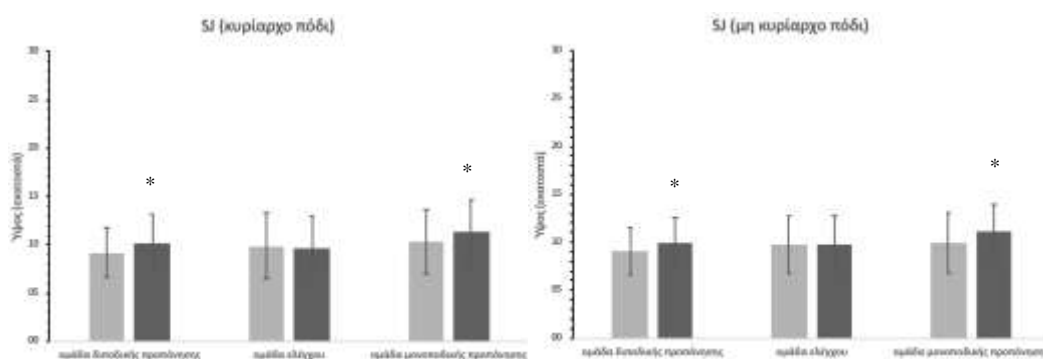


†:  $p<0.05$  και ‡:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου

**Γράφημα 24.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων του SJ με τα δύο πόδια μετά από πλειομετρική προπόνηση

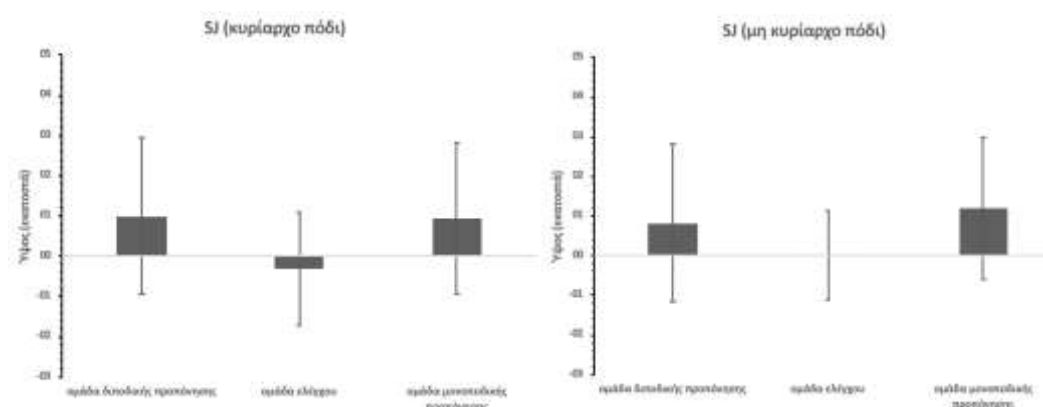
Στο μονοποδικό SJ παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 8) όπως και στην αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο μετά από 2-way ANOVA ( $p=0.02$ , Πίνακας 8). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση μονοποδικό SJ μετά από τη μονοποδική πλειομετρική προπόνηση ( $p=0.02$ ). Αυτό σημαίνει ότι στο μονοποδικό SJ το γκρουπ διποδικής προπόνησης βελτιώθηκε κατά 8,8-10,9%, ενώ το γκρουπ μονοποδικής προπόνησης βελτιώθηκε περισσότερο κατά 8,7-12,0% (Πίνακας 7). Εκτελέστηκε 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p=0.51$ ,  $\eta^2=0.02$ ) χωρίς να παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά

στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.02$ , Πίνακας 8), όπου μετά από το τεστ post-hoc δεν φάνηκε να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά σε κάποιο γκρουπ (Πίνακας 8).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν, †:  $p<0.05$  και ‡:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #:  $p<0.05$  και ##:  $p<0.01$  συγκριτικά με την ομάδα διποδικής προπόνησης

**Γράφημα 25 και 26.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του SJ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

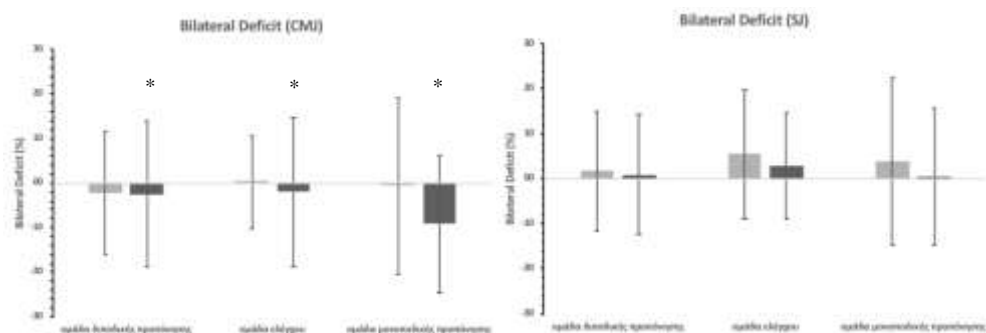


**Γράφημα 27 και 28.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων του SJ του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο Bilateral deficit CMJ παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.05$ , Πίνακας 8) αλλά η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $p=0.15$ ,  $\eta^2=0.06$ ), ενώ δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη κύρια επίδραση του γκρουπ προπόνησης στις διαφορές στο Bilateral deficit CMJ της πρώτης και της δεύτερης αξιολόγησης ( $p=0.15$ ,  $\eta^2=0.06$ ). Αυτό σημαίνει ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο (Πίνακας 7).

Στο Bilateral deficit SJ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p<0.13$ ,  $\eta^2=0.04$ ). Εκτελέστηκε 2-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των

γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο ( $p=0.76$ ,  $\eta^2=0.01$ ) και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη κύρια επίδραση του γκρουπ προπόνησης στις διαφορές στο Bilateral deficit SJ της πρώτης και της δεύτερης αξιολόγησης ( $p=0.76$ ,  $\eta^2=0.01$ ).



\*,  $p < 0.05$  και \*\*,  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν, †:  $p < 0.05$  και ‡:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #:  $p < 0.05$  και ##:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα διποδικῆς προπόνησης

**Γράφημα 29 και 30.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του bilateral deficit από το CMJ και τα SJ. μετά από πλειομετρική προπόνηση

## Ταχύτητα

Στον πίνακα 9 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις δοκιμασίες ταχύτητας πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση και η διαφορά μεταξύ τους, ενώ στον πίνακα 10 παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις μεταξύ τους.

**Πίνακας 9.** Αποτελέσματα στην ταχύτητα 5μ., 10μ, 20μ, και με αλλαγές κατεύθυνσης (T-test) και στις δύο πλευρές πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση K: κυρίαρχο πόδι, MK: μη-κυρίαρχο πόδι \*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν, †:  $p < 0.05$  και ‡:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #:  $p < 0.05$  και ##:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα διποδικῆς προπόνησης

Γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης	Διποδική προπόνηση			Ελέγχου			Μονοποδική προπόνηση		
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)
Ταχύτητα 5μ. (sec)	1,36 ± 0,12	1,34** ± 0,07	-0,02 ± 0,08 (1,5%)	1,32 ± 0,16	1,34 ± 0,14	0,01 ± 0,12 (0,8%)	1,34 ± 0,11	1,25** ± 0,09	-0,09† ± 0,11 (6,7%)
Ταχύτητα 10μ. (sec)	2,33 ± 0,16	2,25 ± 0,24	-0,08 ± 0,21 (3,4%)	2,24 ± 0,29	2,28 ± 0,21	0,04 ± 0,25 (1,8%)	2,16 ± 0,49	2,19 ± 0,14	0,03 ± 0,54 (1,4%)
Ταχύτητα 20μ. (sec)	4,15 ± 0,26	4,08* ± 0,24	-0,07 ± 0,16 (1,7%)	4,03 ± 0,34	4,04 ± 0,34	0,01 ± 0,11 (0,2%)	3,98 ± 0,29	3,91* ± 0,26	-0,06 ± 0,17 (1,5%)
T-test (K) (sec)	10,38 ± 0,55	10,29** ± 0,51	-0,10 ± 0,53 (1,0%)	10,37 ± 0,71	10,24** ± 0,60	-0,13 ± 0,58 (1,3%)	10,17 ± 0,60	10,03** ± 0,56	-0,14 ± 0,38 (1,4%)
T-test (MK) (sec)	10,32 ± 0,56	10,17** ± 0,56	-0,15 ± 0,39 (1,5%)	10,30 ± 0,66	10,20** ± 0,66	-0,10 ± 0,36 (1,0%)	10,20 ± 0,61	9,98** ± 0,54	-0,22 ± 0,26 (2,2%)

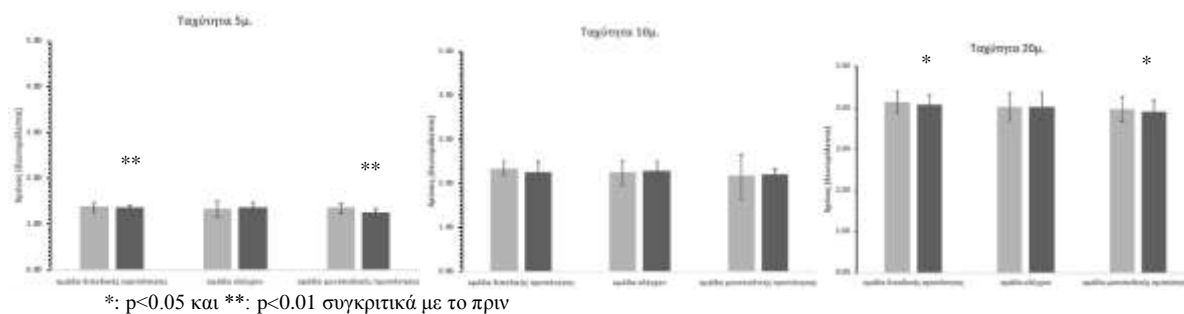
**Πίνακας 10.** Στατιστική ανάλυση στην ταχύτητα 5μ., 10μ, 20μ, και με αλλαγές κατεύθυνσης (T-test) και στις δύο πλευρές πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση

	Κύρια επίδραση χρόνου (πριν vs. Μετά)	2 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος	3 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος x πόδι	Κύρια επίδραση group (για τις διαφορές πριν – μετά σε κάθε group)
Ταχύτητα 5μ.	<b>p=0.01</b> ( $\eta^2=0.09$ )	<b>p=0.01</b> ( $\eta^2=0.15$ )		<b>p=0.01</b> ( $\eta^2=0.15$ )
Ταχύτητα 10μ.	p=0.95 ( $\eta^2=0.01$ )	p=0.45 ( $\eta^2=0.02$ )		p=0.45 ( $\eta^2=0.02$ )
Ταχύτητα 20μ.	<b>p=0.03</b> ( $\eta^2=0.07$ )	p=0.17 ( $\eta^2=0.05$ )		p=0.17 ( $\eta^2=0.05$ )
T-test	<b>p=0.01</b> ( $\eta^2=0.13$ )	p=0.82 ( $\eta^2=0.01$ )	p=0.70 ( $\eta^2=0.01$ )	p=0.20 ( $\eta^2=0.82$ )

Στη ταχύτητα 5 μέτρων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 10) και η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ήταν επίσης στατιστικά σημαντική ( $p=0.01$ , Πίνακας 10). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μονοποδική προπόνηση.. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 10), με στατιστικά σημαντική διαφορά μετά το τεστ post-hoc μεταξύ της μονοποδικής προπόνησης και του γκρουπ ελέγχου ( $p=0.01$ ). Αυτό σημαίνει στη ταχύτητα 5 μέτρων ότι το γκρουπ διποδικής προπόνησης βελτιώθηκε (1,5%, Πίνακας 9) αλλά το γκρουπ μονοποδικής προπόνησης βελτιώθηκε περισσότερο (6,7%, Πίνακας 9).

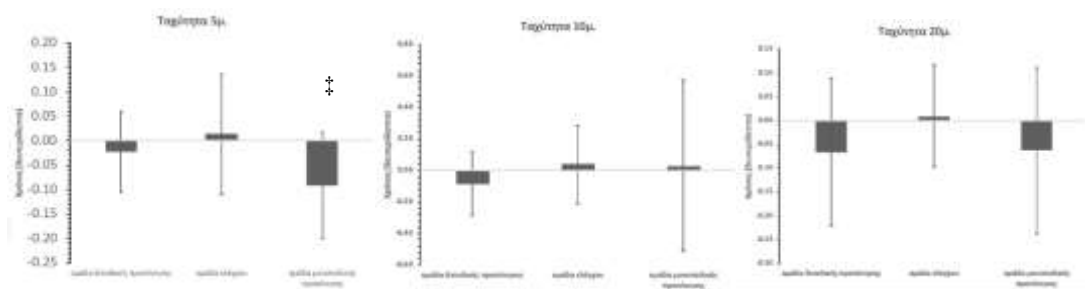
Στη ταχύτητα 10 μέτρων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.95$ ,  $\eta^2=0.01$ ). Εκτελέστηκε 2-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο ( $p=0.45$ ,  $\eta^2=0.02$ ) και δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, ενώ δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη κύρια επίδραση του γκρουπ προπόνησης στις διαφορές στη ταχύτητα 10 μέτρων της πρώτης και της δεύτερης αξιολόγησης ( $p=0.45$ ,  $\eta^2=0.02$ ).

Στη ταχύτητα 20 μέτρων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.03$ , Πίνακας 10), αλλά η 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $p=0.17$ ,  $\eta^2=0.05$ ). Αυτό σημαίνει ότι στη ταχύτητα 20 μέτρων και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο (από 0,2 έως 1,7%, Πίνακας 9).



\*:  $p<0.05$  και \*\*:  $p<0.01$  συγκριτικά με το πριν

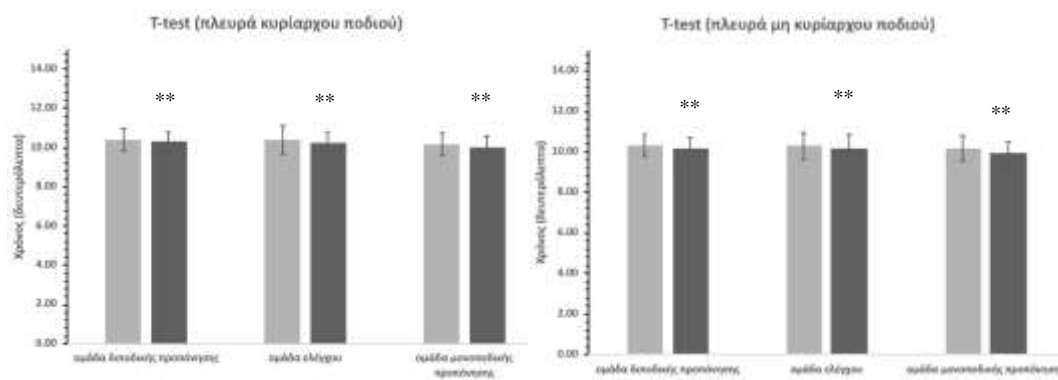
**Γράφημα 31,32 και 33.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις της ταχύτητας στα 5μ., στα 10μ. και στα 20μ. μετά από πλειομετρική προπόνηση



†:  $p < 0.05$  και ‡:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου

**Γράφημα 34, 35 και 36.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων της ταχύτητας στα 5μ., στα 10μ. και στα 20μ. μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στο T-test παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p = 0.01$ , Πίνακας 10). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική 2-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης με το χρόνο ( $p = 0.82$ ,  $\eta^2 = 0.01$ ) ούτε και 3-way αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης του χρόνου και του ποδιού ( $p = 0.70$ ,  $\eta^2 = 0.01$ ). Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA δεν παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p = 0.20$ ,  $\eta^2 = 0.82$ ). Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι και τα τρία γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο στο T-test και στα δύο πόδια κατά 1,0-2,2% (Πίνακας 9).



\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 37 και 38.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις του T-test της πλευράς του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

## Μέγιστη ισομετρική δύναμη

Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται οι επιδόσεις στις δοκιμασίες της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των προσθίων και οπίσθιων μηριαίων πριν και μετά τη προπονητική παρέμβαση και η διαφορά μεταξύ τους, ενώ στον πίνακα 12 παρουσιάζονται οι στατιστικές αναλύσεις μεταξύ τους.

**Πίνακας 11.** Αποτελέσματα μετρήσεων της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των προσθίων και των οπίσθιων μηριαίων στο κυρίαρχο και στο μη κυρίαρχο πόδι πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση K: κυρίαρχο πόδι, MK: μη-κυρίαρχο πόδι

Γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης	Διποδική προπόνηση				Ελέγχου				Μονοποδική προπόνηση			
	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Δ (Δ%)	
Μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου (K) (Newton)	220,2 ± 56,4	252,4** ± 56,7	32,2** ± (14,6%)	33,2	254,4 ± 94,6	292,5** ± 101,4	38,1** ± (15,0%)	45,1	261,3 ± 82,3	322,3** ± 83,0	61,0** ± (23,3%)	57,2
Μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου (MK) (Newton)	212,5 ± 54,9	246,7** ± 53,8	34,2** ± (16,1%)	39,3	240,0 ± 84,4	287,6** ± 106,1	47,7** ± (19,9%)	50,9	240,0 ± 75,2	304,6** ± 83,7	64,5** ± (26,9%)	43,0
Μέγιστη ισομετρική δύναμη οπισθίων μηριαίων (K) (Newton)	151,1 ± 40,4	166,8** ± 32,1	15,7 ± (10,4%)	31,6	174,5 ± 55,8	183,3** ± 65,4	8,8 ± 25,5 (5,0%)		184,3 ± 57,0	214,3*** ± 54,4	30,1 ± (16,3%)	32,8
Μέγιστη ισομετρική δύναμη οπισθίων μηριαίων (MK) (Newton)	147,4 ± 30,6	159,5** ± 31,3	12,0 ± 26,4 (8,1%)		167,4 ± 57,6	180,8** ± 58,0	13,4 ± 19,7 (8,0%)		172,7 ± 51,4	204,5*** ± 45,8	31,9 ± (18,5%)	30,8

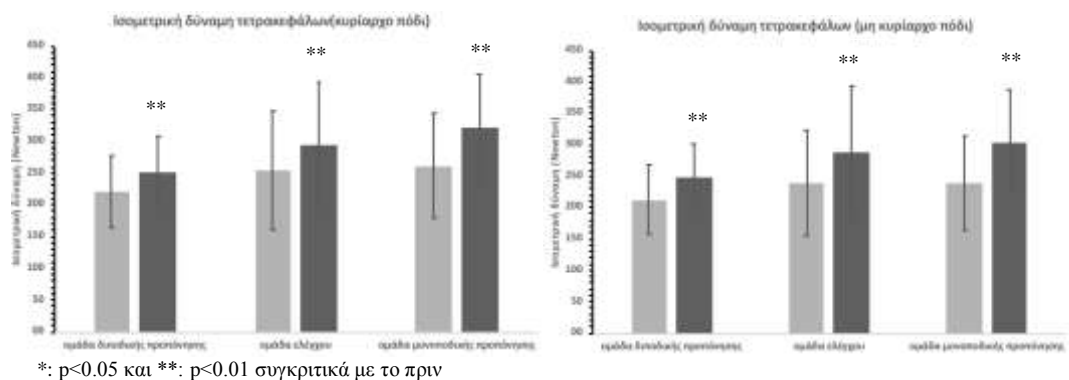
\*: p<0.05 και \*\*: p<0.01 συγκριτικά με το πριν, †: p<0.05 και ‡: p<0.01 συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #: p<0.05 και

##: p<0.01 συγκριτικά με την ομάδα διποδικής προπόνησης

**Πίνακας 12.** Στατιστική ανάλυση στη μέγιστη ισομετρική δύναμη των προσθίων και των οπίσθιων μηριαίων στο κυρίαρχο και στο μη κυρίαρχο πόδι πριν και μετά από πλειομετρική προπόνηση

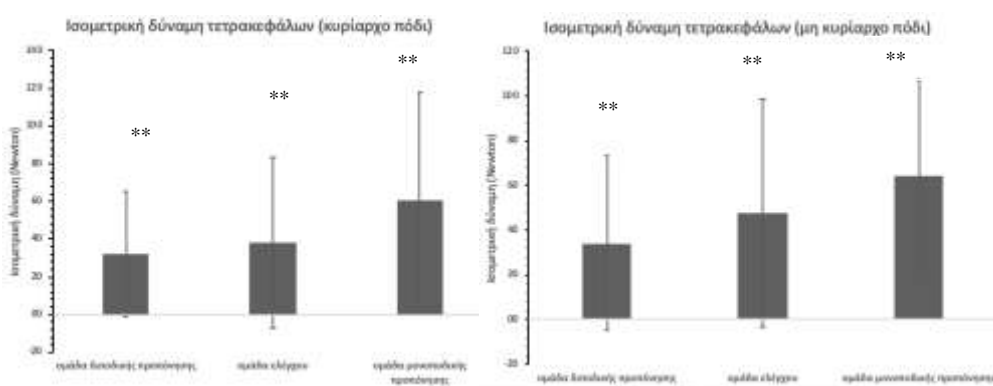
	Κύρια επίδραση χρόνου (πριν vs. Μετά)	2 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος	3 – way αλληλεπίδραση group x χρόνος x πόδι	Κόρια επίδραση group (για τις διαφορές πριν – μετά σε κάθε group)
Μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου	p=0.01 (η <sup>2</sup> =0.58)	p=0.05 (η <sup>2</sup> =0.09)	p=0.82 (η <sup>2</sup> =0.01)	p=0.05 (η <sup>2</sup> =0.09)
Μέγιστη ισομετρική δύναμη οπίσθιων μηριαίων	p=0.01 (η <sup>2</sup> =0.41)	p=0.01 (η <sup>2</sup> =0.14)	p=0.70 (η <sup>2</sup> =0.01)	p=0.01 (η <sup>2</sup> =0.14)

Στη μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακέφαλου παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ (p=0.01, Πίνακας 12) όπως και στην αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο μετά από 2-way ANOVA (p=0.05, Πίνακας 12). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μέγιστη ισομετρική δύναμη του τετρακέφαλου σε όλα τα γκρουπ προπόνησης (p=0.01) κατά 14,6 έως 26,9% (Πίνακας 11). Εκτελέστηκε 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι (p=0.82, η<sup>2</sup>=0.01) χωρίς να παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ (p=0.05, Πίνακας 12), όπου μετά από το τεστ post-hoc δεν φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των γκρουπ (Πίνακας 11).



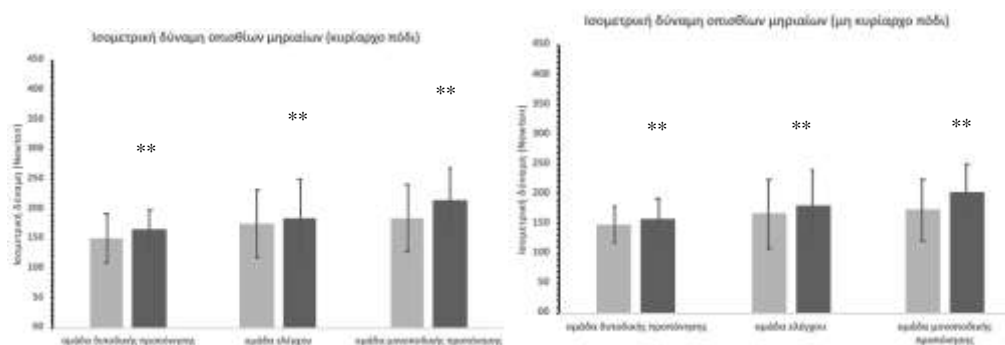
\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν

**Γράφημα 39 και 40.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των τετρακεφάλων του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση



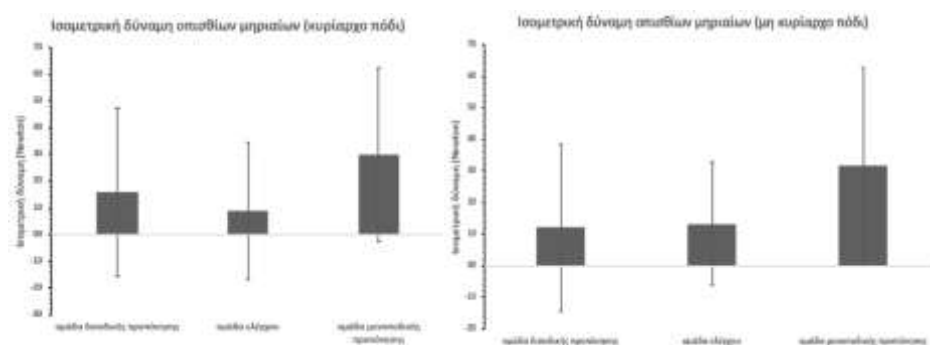
**Γράφημα 41 και 42.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των τετρακεφάλων του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση

Στη μέγιστη ισομετρική δύναμη οπισθίων μηριαίων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση του χρόνου στα τρία γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 12) όπως και στην αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με το χρόνο μετά από 2-way ANOVA ( $p=0.01$ , Πίνακας 12). Στη συνέχεια, από την ανάλυση post-hoc παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη μέγιστη ισομετρική δύναμη οπισθίων μηριαίων στο γκρουπ μονοποδικής προπόνησης ( $p=0.01$ ) (Πίνακας 11). Εκτελέστηκε 3-way ANOVA για την αλληλεπίδραση των γκρουπ προπόνησης σε σχέση με τον χρόνο και το κυρίαρχο πόδι ( $p=0.70$ ,  $\eta^2=0.01$ ) χωρίς να παρατηρηθεί στατιστικά σημαντική διαφορά. Όταν εξετάστηκαν οι διαφορές (πριν – μετά την προπόνηση) σε κάθε γκρουπ με 1 way-ANOVA παρατηρήθηκε επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στη βελτίωση μεταξύ των γκρουπ ( $p=0.01$ , Πίνακας 12), όπου μετά από το τεστ post-hoc δεν φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των γκρουπ. Αυτό σημαίνει ότι το γκρουπ ελέγχου και το διποδικό γκρουπ βελτιώθηκαν το ίδιο (από 5,0 έως 10,4%, Πίνακας 11) αλλά το μονοποδικό γκρουπ βελτιώθηκε περισσότερο (από 16,3 έως 18,5%, Πίνακας 11).



\*:  $p < 0.05$  και \*\*:  $p < 0.01$  συγκριτικά με το πριν, †:  $p < 0.05$  και ‡:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, #:  $p < 0.05$  και ##:  $p < 0.01$  συγκριτικά με την ομάδα διποδικής προπόνησης

**Γράφημα 43 και 44.** Αρχικές και τελικές αξιολογήσεις της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των οπισθίων μηριαίων του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση



**Γράφημα 45 και 46.** Διαφορές αρχικών με τελικών αξιολογήσεων της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των οπισθίων μηριαίων του κυρίαρχου και του μη κυρίαρχου ποδιού μετά από πλειομετρική προπόνηση



**Πίνακας 13.** Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων. √: σημαντική επίδραση του χρόνου, \*: μεγαλύτερη επίδραση της διποδικής προπόνησης, †: μεγαλύτερη επίδραση της μονοποδικής προπόνησης

	Γκρουπ πλειομετρικής προπόνησης	Διποδική προπόνηση	Ελέγχου	Μονοποδική προπόνηση
<b>Λειτουργική ικανότητα/συντονισμός</b>	Ισορροπία (προσπάθειες)	√	√	√
	Jumping sideways (δευτερόλεπτα)	√		√
	Side hop (δευτερόλεπτα)	√	√	√
	Figure of 8 (δευτερόλεπτα)	√	√	√
<b>Οριζόντια αλτικότητα</b>	Οριζόντιο άλμα (διποδικό) (m)	√	√	√
	Οριζόντιο άλμα (μονοποδικό) (m)	√		√ †
	Τριπλό οριζόντιο άλμα (διποδικό) (m)	√ *	√	√
	Τριπλό οριζόντιο άλμα (μονοποδικό) (m)	√	√	√
<b>Κατακόρυφη αλτικότητα</b>	CMJ (διποδικό) (cm)	√		√
	CMJ (μονοποδικό) (cm)	√		√ †
	SJ (διποδικό) (cm)	√		√
	SJ (μονοποδικό) (cm)	√		√ †
	Bilateral deficit CMJ (%)	√	√	√
	Bilateral deficit SJ (%)			
<b>Ταχύτητα και αλλαγή κατεύθυνσης</b>	Ταχύτητα 5μ. (sec)	√		√ †
	Ταχύτητα 10μ. (sec)			
	Ταχύτητα 20μ. (sec)	√	√	√
	T-test (sec)	√	√	√
<b>Δύναμη</b>	Μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακέφαλου (K) (Newton)	√	√	√
	Μέγιστη ισομετρική δύναμη οπισθίων μηριαίων (K) (Newton)	√	√	√ †

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το βασικό εύρημα της συγκεκριμένης μελέτης ήταν πως η διποδική αλλά κυρίως η μονοποδική πλειομετρική προπόνηση κατά τη διάρκεια μιας προπονητικής παρέμβασης 10 εβδομάδων, μπορούν να βελτιώσουν την αθλητική απόδοση σε νεαρούς αθλητές ποδοσφαίρου προεφηβικής ηλικίας. Η αθλητική απόδοση στο ποδόσφαιρο σχετίζεται με την αλτικότητα, τη δύναμη και τη ταχύτητα, και για υτό ήταν οι βασικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν είτε διποδικά είτε μονοποδικά.

Από τις παραμέτρους που αξιολογήθηκαν, αρκετές έδειξαν πως και στα τρία γκρουπ είχαν την ίδια βελτίωση (βλέπε Πίνακα 13). Στη λειτουργική αξιολόγηση των κάτω άκρων βελτιώθηκαν το ίδιο στο γκρουπ ελέγχου και στα γκρουπ διποδικής και μονοποδικής προπόνησης η ισορροπία (9,9 έως 19,8%), το side hop τεστ (11 έως 24%), το figure of 8 τεστ (7,7 έως 12,2%), το οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια (2,1 έως 6%) και το τριπλό οριζόντιο άλμα με το ένα πόδι (3,5-11,4%). Επίσης βελτιώθηκε το ίδιο και στα τρία γκρουπ η ταχύτητα 20 μέτρων (0,2- 1,7%), το T-test (1- 2,2%) και η μέγιστη ισομετρική δύναμη τετρακεφάλων (14,6- 26,9%). Το τριπλό οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια ενώ βελτιώθηκε και στα τρία γκρουπ, η επίδραση της διποδικής προπόνησης (9,8%) ήταν μεγαλύτερη από την επίδραση της μονοποδικής προπόνησης και από το γκρουπ ελέγχου (2,3- 4,8%), ενώ στη μέγιστη ισομετρική δύναμη των οπισθίων μηριαίων ήταν μεγαλύτερη η επίδραση του μονοποδικού (16,3- 18,5%) από την επίδραση του διποδικού γκρουπ και του γκρουπ ελέγχου (5-10,4%).

Τα τεστ που αξιολογήθηκαν και φάνηκε πως η απόδοση των νεαρών αθλητών επηρεάζεται από τη πλειομετρική προπόνηση, είτε είναι διποδική είτε μονοποδική, ήταν αυτά που βελτιώθηκαν το ίδιο από τα δύο γκρουπ παρέμβασης (βλέπε Πίνακα 13). Το jumping sideways τεστ (11,3- 13,7%), το CMJ με τα δύο πόδια (4,6- 4,7%) και το SJ με τα δύο πόδια (7,8- 8,7%) βελτιώθηκαν το ίδιο μετά από τη μονοποδική και τη πλειομετρική προπόνηση. Το οριζόντιο άλμα με τα δύο πόδια (μονοποδική προπόνηση: 18,4-22,4%, διποδική προπόνηση: 6,7-10,6%), το CMJ με το ένα πόδι (μονοποδική προπόνηση: 8,8-16,7%, διποδική προπόνηση: 5,8-6,9%), το μονοποδικό SJ (μονοποδική προπόνηση: 8,7-12%, διποδική προπόνηση: 8,8-10,9%) και η ταχύτητα στα 5 μέτρα (μονοποδική προπόνηση: 6,7%, διποδική προπόνηση: 1,5%) μπορεί να βελτιώθηκαν και από τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης, η βελτίωση όμως από την μονοποδική προπόνηση ήταν μεγαλύτερη.

Οι ειδικοί της άσκησης χρησιμοποιούν τα τεστ λειτουργικής αξιολόγησης για να εντοπίσουν τυχόν αδυναμία στη λειτουργικότητα ενός από τα δύο άκρα και να αποφασίσουν εάν ένας αθλητής είναι έτοιμος να επιστρέψει στην αθλητική δραστηριότητα μετά από τραυματισμό (44). Σε άλλη έρευνα, αθλητές με τραυματισμό στον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο εκτέλεσαν τα τεστ λειτουργικής αξιολόγησης των κάτω άκρων και βρέθηκε πως το 82% από αυτούς είχαν ασυμμετρία ως προς το τραυματισμένο πόδι σε έστω ένα λειτουργικό τεστ (51). Το μονοποδικό οριζόντιο άλμα είναι ένα τεστ όπου μπορεί να αξιολογηθεί η λειτουργική ικανότητα των κάτω άκρων ενός αθλητή, και το οποίο

βελτιώθηκε σημαντικά στη συγκεκριμένη προπονητική παρέμβαση και από τη διποδική (6,7-10,6%,  $p=0.3$ ) αλλά κυρίως από τη μονοποδική προπόνηση (18,4-22,4%,  $p=0.01$ ). Ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες του σύγκριναν την επίδραση της μονοποδικής με τη διποδική πλειομετρική προπόνησης στο μονοποδικό οριζόντιο άλμα και βρήκαν πως η μονοποδική προπόνηση έχει μεγαλύτερη επίδραση σε αυτό (3). Το jumping sideways είναι ένα τεστ από το οποίο μπορεί να αξιολογηθεί επίσης η λειτουργική ικανότητα μέσω του συντονισμού κάτω από τη πίεση του χρόνου (49) και το οποίο βελτιώθηκε σημαντικά από τη μονοποδική αλλά και τη διποδική προπόνηση (11,3-13,7%,  $p=0.01$ ). Οι δύο αυτές αξιολογήσεις αποτελούν βασικά τεστ μιας δέσμης που ονομάζεται Körperkoordinationstest für Kinder (KTK), και χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί η λειτουργικότητα και ο συντονισμός στα παιδιά (48).

Η αλτικότητα στη συγκεκριμένη έρευνα βελτιώθηκε κυρίως από τη μονοποδική προπόνηση στις μονοποδικές εκτελέσεις των τεστ CMJ (8,8-16,7%) και SJ (8,7-12,0), ενώ οι διποδικές εκτελέσεις των δύο αυτών αλτικών τεστ βελτιώθηκαν και από τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης (CMJ:4,6-4,7% και SJ:7,8-8,7%). Υπάρχουν αρκετές έρευνες που εξέτασαν την αλτική ικανότητα μετά από πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας και βρήκαν αντίστοιχες θετικές μεταβολές. Ο Meylan και ο Malatesta αξιολόγησαν την επίδραση ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης 8 εβδομάδων σε παιδιά κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής σεζόν και βρήκε βελτίωση στο CMJ (+7,9%) (27). Υπήρχαν αρκετές ακόμα μελέτες που ερευνήθηκε η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην αλτικότητα σε παιδιά που συμφωνούν με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας και βρήκαν πως μπορεί να την βελτιώσει (2,17,30). Ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες του αξιολόγησαν την επίδραση της μονοποδικής, της διποδικής πλειομετρικής προπόνησης και το συνδυασμό τους. Εξέτασαν το CMJ και είδαν πως το μονοποδικό CMJ βελτιώθηκε από τη μονοποδική προπόνηση ενώ το διποδικό CMJ από την διποδική αντίστοιχα, με το συνδυασμό των δύο προπονητικών μεθόδων να έχει τις μεγαλύτερες επιδράσεις στις περισσότερες παραμέτρους που αξιολογήθηκαν (3). Σε μία ακόμα έρευνα, ο Asadi και οι συνεργάτες του εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης 6 εβδομάδων, με 2 προπονητικές μονάδες των 60 επαφών ποδιών, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη σε νεαρούς ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και βρήκε βελτίωση στην ισχύ και στην ταχύτητα (43).

Η ταχύτητα αξιολογήθηκε μέσα τα τεστ ταχύτητας στα 5, 10, 20 μέτρων και από τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης που αξιολογήθηκαν βρέθηκε πως η μονοποδική προπόνηση έχει θετική επίδραση στην ταχύτητα των 5 μέτρων (6,7%), ενώ η ταχύτητα στα 20μ βελτιώθηκε και από τα 3 γκρουπ (0,2- 1,7%). Ο Meylan και ο Malatesta μετά από πρόγραμμα 8 εβδομάδων ανέφεραν βελτίωση στη ταχύτητα 10 μέτρων σε παιδιά 13 ετών (27) χωρίς όμως να εξετάσει τη ταχύτητα στα πρώτα 5 μέτρα. Ο Asadi και οι συνεργάτες του εξέτασαν ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης 6 εβδομάδων και ανέφεραν βελτίωση στη ταχύτητα 20 μέτρων σε παιδιά που είχαν περάσει την ηλικία

του PHV, αλλά στα μικρότερα παιδιά που ηλικιακά βρίσκονταν πριν την ηλικία του PHV δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική βελτίωση (43). Η έρευνα του Ramirez-Campillo και των συνεργατών του ήταν η μόνη που σύγκρινε την επίδραση της μονοποδικής και της διποδικής πλειομετρικής προπόνησης στη ταχύτητα σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας, όπου βρήκε πως και τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης βελτίωσαν τη ταχύτητα στα 15 και στα 30 μέτρα (3). Ο Bouguezzi και οι συνεργάτες μελέτησαν την επίδραση στη ταχύτητα 5,10,20 και 30 μέτρων της πλειομετρικής προπόνησης σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας, βρίσκοντας το ίδιο αποτέλεσμα, ότι υπήρχε δηλαδή σημαντική βελτίωση μόνο στη ταχύτητα των 5 μέτρων (30). Η ταχύτητα σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας ερευνήθηκε και από τον Michailidis και τους συνεργάτες του, που βρήκαν σημαντική βελτίωση στη ταχύτητα 10 και 30 μέτρων μετά από πλειομετρική προπόνηση (2).

Η μέγιστη ισομετρική δύναμη στους τετρακεφάλους βελτιώθηκε και από τα τρία γκρουπ πλειομετρικής παρέμβασης, ενώ βελτιώθηκε ακόμα και στο γκρουπ ελέγχου που εκτέλεσε μόνο τη προπόνηση ποδοσφαίρου (14,6- 26,9%). Η μέγιστη ισομετρική δύναμη των οπισθίων μηριαίων βελτιώθηκε εξίσου και από τα τρία γκρουπ αλλά η επίδραση της μονοποδικής προπόνησης ήταν μεγαλύτερη (16,3- 18,5%). Προηγούμενες έρευνες που μελέτησαν την πλειομετρική προπόνηση σε παιδιά αξιολόγησαν τη δύναμη των κάτω άκρων με έμμεσο τρόπο. Ο Bouguezzi και οι συνεργάτες και ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες αξιολόγησαν τη δύναμη των κάτω άκρων με την μέγιστη απόσταση του λακτίσματος μιας μπάλας ποδοσφαίρου (3,30), ο Michailidis και οι συνεργάτες με αξιολόγηση καθίσματος 10RM (2), ενώ ο Ramirez-Campillo και οι συνεργάτες σε άλλη έρευνα χρησιμοποίησε την αξιολόγηση 1RM σε όργανα γυμναστικής έκτασης και κάμψης του γόνατος (56). Σε όλες αυτές τις έρευνες η δύναμη βελτιώθηκε μετά τη πλειομετρική προπόνηση. Στην έρευνα του Ramirez-Campillo και των συνεργατών όπου συγκρίθηκε η επίδραση της μονοποδικής και της διποδικής προπόνησης, η μέγιστη απόσταση λακτίσματος βελτιώθηκε περισσότερο με την μονοποδική.

Η πλειομετρική προπόνηση είναι αποδεδειγμένο από τις αναφορές ότι μπορεί να βελτιώσει την αλτικότητα, την ταχύτητα και τη δύναμη σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας. Αρχικά, τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην αλτικότητα στα παιδιά, καθώς οι διποδικές εκτελέσεις του κατακόρυφου άλματος με προδιάταση (CMJ) και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (SJ) βελτιώθηκαν και από τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης. Διαπιστώθηκε επίσης, ότι οι μονοποδικές εκτελέσεις των CMJ και SJ βελτιώθηκαν από εξίσου σημαντικά και από τα δύο είδη πλειομετρικής προπόνησης αλλά η επίδραση της μονοποδικής προπόνησης ήταν μεγαλύτερη. Μπορούμε να συμπεράνουμε λοιπόν, πως η μονοποδική προπόνηση λόγω της μεγαλύτερης νευρικής ενεργοποίησης που προκαλεί και της φύσης του ποδοσφαίρου, ως αθλήματος εκρηκτικών ενεργειών που συνήθως συμβαίνουν στο ένα πόδι, ενδείκνυται περισσότερο για την προπόνηση αθλητών ποδοσφαίρου προεφηβικής ηλικίας. Όπως

αναφέρθηκε, η βελτίωση της δύναμης των παιδιών συμβαίνει κυρίως λόγω βελτίωσης των νευρικών προσαρμογών μετά από πλειομετρική προπόνηση και όχι λόγω μυϊκής υπερτροφίας όπως στους ενήλικες. Έτσι, μπορούμε να αιτιολογήσουμε την μεταβολή που βρέθηκε στη μέγιστη ισομετρική δύναμη των τετρακεφάλων και των οπισθίων μηριαίων των νεαρών αθλητών μετά τη διποδική και τη μονοποδική πλειομετρική προπόνηση πάνω σε αυτόν τον μηχανισμό. Η ταχύτητα είναι επίσης μια παράμετρος που βελτιώθηκε με την πλειομετρική προπόνηση, και ειδικά η ταχύτητα των 5 μέτρων όπου η επίδραση της μονοποδικής προπόνησης ήταν σημαντικά μεγαλύτερη. Η μεταβολή αυτή πιθανόν οφείλεται και αυτή στην ταχύτερη νευρική ενεργοποίηση μετά την προπονητική παρέμβαση.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Vadivelan K. To Compare the Effects of Sprint and Plyometric Training Program on Anaerobic Power and Agility in Collegiate Male Football Players. *Int J Physiother.* 2015;2(3):535–43.
2. Michailidis Y, Fatouros IG, Primpa E, Michailidis C, Avloniti A, Chatzinikolaou A, et al. Plyometrics trainability in preadolescent soccer athletes. *J Strength Cond Res.* 2013;27(1):38–49.
3. Ramírez-Campillo R, Burgos CH, Henriquez-Olguin C, Andrade DC, Martínez C, Alvarez C, et al. Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *J Strength Cond Res.* 2015;29(5):1317–28.
4. Janzen CL, Chilibeck PD, Davison KS. The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *Eur J Appl Physiol.* 2006;97(3):253–60.
5. Kobal R, Pereira LA, Zanetti V, Ramirez-Campillo R, Loturco I. Effects of unloaded vs. loaded plyometrics on speed and power performance of elite young soccer players. *Front Physiol.* 2017;8(SEP):1–7.
6. Silva JR, Nassis GP, Rebelo A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sport Med - Open.* 2015;1(1):17.
7. Silva JR, Nassis GP, Rebelo A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. *Sport Med - Open.* 2015;1(1):17.
8. Gabriel D, Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise : mechanisms and recommendations for training practices Neural Adaptations to Resistive Exercise Mechanisms and Recommendations for Training Practices. *Sport Med.* 2016;36(February):133–49.
9. Markovic G, Jukic I, Milanovici D, Metikoš D. Effects of Sprint and Plyometric Training on Morphological Characteristics in Physically Active Men. *Kinesiology.* 2005;37:32–9.
10. Turner A. The Science and Practice of Periodization : A Brief Review. *Strength Cond J.* 2011;33(1):34–46.
11. Ben Othman A, Behm DG, Chaouachi A. Evidence of Homologous and Heterologous Effects After Unilateral Leg Training in Youth. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* 2017. apnm-2017-0338.
12. Davies G, Riemann BL, Manske R. Current Concepts of Plyometric Exercise. *Int J*

- Sports Phys Ther. 2015;10(6):760–86.
13. Asmussen E, Bonde-Petersen F. Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscles in Man. *Acta Physiol Scand*. 1974;91(3):385–92.
  14. Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric Exercise in the Rehabilitation of Athletes: Physiological Responses and Clinical Application. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2006;36(5):308–19.
  15. Komi P V., Buskirk ER. Effect of Eccentric and Concentric Muscle Conditioning on Tension and Electrical Activity of Human Muscle. *Ergonomics*. 1972 Jul 1;15(4):417–34.
  16. Ebben WP. Plyometric Intensity. *NSCA's Perform Train J*. 2007;6(5):12–6.
  17. Thomas K, French D, Hayes PR. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(1):332–5.
  18. Chrisman SP, O'Kane JW, Polissar NL, Tencer AF, Mack CD, Levy MR, et al. Strength and jump biomechanics of elite and recreational female youth soccer players. *J Athl Train*. 2012;47(6):609–15.
  19. Ramirez-Campillo R, Meylan CMP, Alvarez-Lepin C, Henriquez-Olguin C, Martinez C, Andrade DC, et al. The Effects of Interday Rest on Adaptation To 6-Weeks of Plyometric Training in Young Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2013;(May):287–96.
  20. Faigenbaum AD, McFarland JE, Keiper FB, Tevlin W, Ratamess NA, Kang J, et al. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *J Sport Sci Med*. 2007;6(4):519–25.
  21. Granacher U, Lesinski M, Büsch D, Muehlbauer T, Prieske O, Puta C, et al. Effects of resistance training in youth athletes on muscular fitness and athletic performance: A conceptual model for long-term athlete development. *Front Physiol*. 2016;7(MAY).
  22. Dotan R, Mitchell C, Cohen R, Klentrou P, Gabriel D, Falk B. Child - Adult Differences in Muscle Activation - A Review. *Pediatr Exerc Sci*. 2012;24(1):47–9.
  23. Lloyd RS, Oliver JL, Hughes MG, Williams CA. The effects of 4-weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness in male youths. *J Strength Cond Res*. 2012;26(10):2812–9.
  24. Martin V, Ratel S. Determining the Muscle Voluntary Activation Characteristics in Children: A Methodological Challenge. Commentary on ``Child-Adult Differences in Muscle Activation-A Review{''}. *Pediatr Exerc Sci*. 2014;26(3):365–8.
  25. Mirwald RL, G. Baxter-Jones AD, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity

- from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc.* 2002;34(4):689–94.
26. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJR, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, et al. Youth Resistance Training: Updated Position Statement Paper From the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2009;23:S60–79.
  27. Meylan C, Malatesta D. Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *J Strength Cond Res.* 2009;23(9):2605–13.
  28. Negra Y, Chaabene H, Sammoud S, Bouguezzi R, Mkaouer B, Hachana Y, et al. Effects of Plyometric Training on Components of Physical Fitness in Prepubertal Male Soccer Athletes. *J Strength Cond Res.* 2017;31(12):3295–304.
  29. Chaabene H, Negra Y. The effect of plyometric training volume on athletic performance in prepubertal male soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(9):1205–11.
  30. Bouguezzi R, Chaabene H, Negra Y, Ramirez-Campillo R, Jllia Z, Mkaouer B, et al. Effects of Different Plyometric Training Frequency on Measures of Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2018;(January):1.
  31. Dotan R. Children’s Neuromotor and Muscle-Functional Attributes—Outstanding Issues. *Pediatr Exerc Sci.* 2016;28(2):202–9.
  32. Greene DA, Naughton GA. Adaptive skeletal responses to mechanical loading during adolescence. *Sport Med.* 2006;36(9):723–32.
  33. Komi P V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *J Biomech* 33. 2000;10:1197–206.
  34. Nicol C, Avela J, Komi P V. The stretch-shortening cycle: a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. *Sport Med.* 2006;36(11):977–99.
  35. Lloyd RS, Oliver JL. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength Cond J.* 2012;34(3):61–72.
  36. Bassa E, Patikas D, Hatzikotoulas K, Kotzamanidis C. Commentary on “Child-Adult Differences in Muscle Activation—A Review.” *Pediatr Exerc Sci.* 2013;25(3):332–6.
  37. Behm DG, Young JD, Whitten JHD, Reid JC, Quigley PJ, Low J, et al. Effectiveness of traditional strength vs. power training on muscle strength, power and speed with youth: A systematic review and meta-analysis. *Front Physiol.* 2017;8(JUN).
  38. Markovic G, Newton RU. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *Br J Sports Med.* 2007 Jun;41(6):349–55.
  39. Lesinski M, Prieske O, Granacher U. Effects and dose-response relationships of



- resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2016;50(13):781–95.
40. Munger CN, Archer DC, Leyva WD, Wong MA, Coburn JW, Costa PB, et al. Acute effects of eccentric overload on concentric front squat performance. *J Strength Cond Res*. 2017;31(5):1192–7.
  41. Bradney M, Pearce G, Naughton G, Sullivan C, Bass S, Beck T, et al. Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *J Bone Miner Res*. 1998;13(12):1814–21.
  42. Canalis E. Mechanisms of glucocorticoid-induced osteoporosis. *Curr Opin Rheumatol*. 2003;15(4):454–7.
  43. Asadi A, Arazi H, Ramirez-Campillo R, Moran J, Izquierdo M. Influence of Maturation Stage on Agility Performance Gains after Plyometric Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res*. 2017;31(9):2609–17.
  44. Bolgla LA, Keskula DR. Reliability of Lower Extremity Functional Performance Tests. *J Orthop Sport Phys Ther*. 1997;26(3):138–42.
  45. Myers BA, Jenkins WL, Killian C, Rundquist P. Normative data for hop tests in high school and collegiate basketball and soccer players. *Int J Sports Phys Ther*. 2014;9(5):596–603.
  46. Hamilton RT, Shultz SJ, Schmitz RJ, Perrin DH. Triple-Hop Distance as a Valid Predictor of Lower Limb Strength and Power. *J Athl Train*. 2008;43(2):3–5.
  47. Kivlan BR, Martin RL. Functional performance testing of the hip in athletes: a systematic review for reliability and validity. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2012;7(4):402–12.
  48. Bardid F, Rudd JR, Lenoir M, Polman R, Barnett LM. Cross-cultural comparison of motor competence in children from Australia and Belgium. *Front Psychol*. 2015;6(July):1–8.
  49. Granacher U, Schellbach J, Klein K, Prieske O, Baeyens J, Muehlbauer T. Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents : a randomized controlled trial. *BMC Sport Sci Med Rehabil*. 2014;6(1):1–11.
  50. Docherty C, Arnold B, Gansneder B, Hurwitz S, Gieck J. Functional performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train*. 2005;40(1):30–4.
  51. Itoh H, Kurosaka M, Yoshiya S, Ichihashi N, Mizuno K. Evaluation of functional deficits determined by four different hop tests in patients with anterior cruciate

- ligament deficiency. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 1998;6(4):241–5.
52. Caffrey E, Docherty CL, Schrader J, Klossner J. The Ability of 4 Single-Limb Hopping Tests to Detect Functional Performance Deficits in Individuals With Functional Ankle Instability. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2009;39(11):799–806.
  53. Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Adair B, Pua YH, Williams GP, et al. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: A reliability and validity study. *PLoS One.* 2015;10(10):1–18.
  54. Fløtum LA, Ottesen LS, Krstrup P, Mohr M. Evaluating a Nationwide Recreational Football Intervention: Recruitment, Attendance, Adherence, Exercise Intensity, and Health Effects. *Biomed Res Int.* 2016;2016.
  55. Lockie RG, Schultz AB, Callaghan SJ, Jordan CA, Luczo TM, Jeffriess MD. A preliminary investigation into the relationship between functional movement screen scores and athletic physical performance in female team sport athletes. *Biol Sport.* 2015;32(1):41–51.
  56. Ramirez-Campillo R, Sanchez-Sanchez J, Gonzalo-Skok O, Rodríguez-Fernandez A, Carretero M, Nakamura FY. Specific changes in young soccer player's fitness after traditional bilateral vs. unilateral combined strength and plyometric training. *Front Physiol.* 2018;9(265).